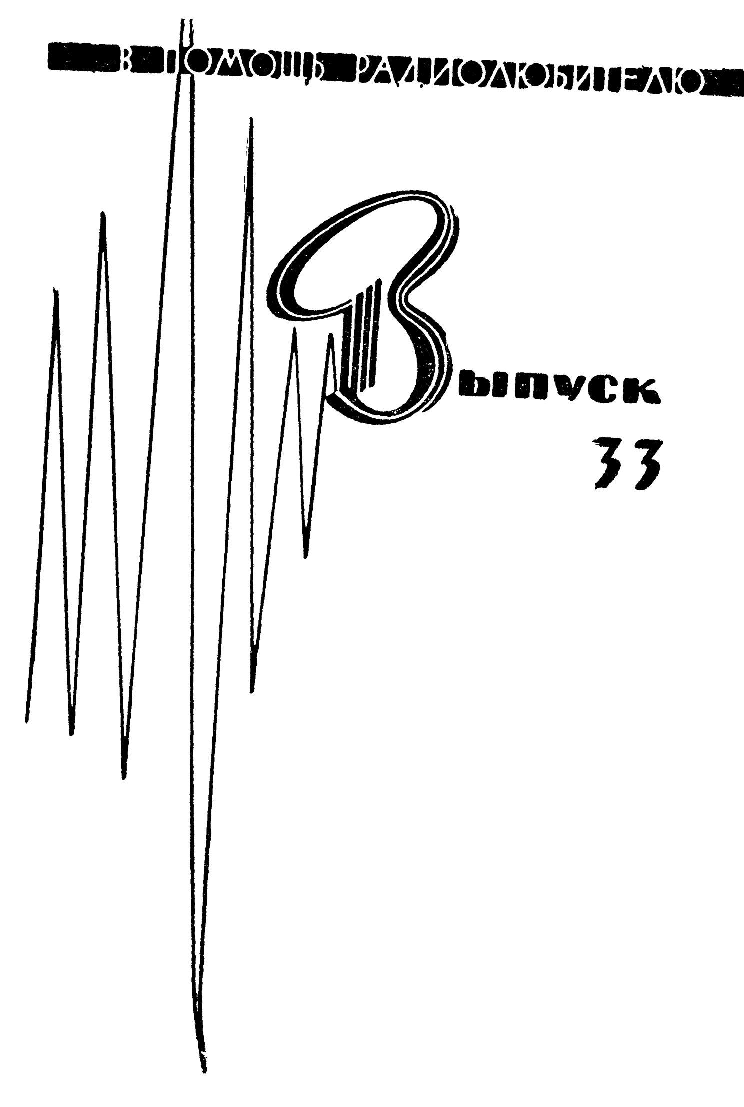
В помощь радиолюбителю

Выпуск 33

1969



ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1969

3—4—5
27—68

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.



ТРАНЗИСТОРНЫЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ

Б. Нестеренко

Транзисторный стереофонический усилитель предназначен для воспроизведения моно- и стереофонических записей с грампластинок, магнитофона, радиоприемника, а также для стереофонической передачи звука от двух микрофонов.

Номинальная выходная мощность каждого канала 1,5 *вт* при напряжении питания 12 *в* и нагрузке на каждый канал по 6 *ом*.

Ток, потребляемый в режиме молчания для двух каналов, не более 20 *ма* при максимальной выходной мощности на частоте 1 *кгц* — 400 *ма*.

Полоса пропускания электрического тракта каждого канала — 40—15 000 *гц*. Коэффициент нелинейных искажений на частоте 1000 *гц* не более 3%.

Чувствительность усилителя на частоте 1 *кгц* по микрофонному входу — 1,5 *мв*, с детектора радиоприемника — 15 *мв*, со звукоснимателя или магнитофона — 150 *мв* и с трансляционной линии — 10 *в*.

Входное сопротивление при работе от звукоснимателя составляет около 60 *ком*. Уровень фона — минус 50 *дб*. Переходное затухание между каналами — не менее 35 *дб*. Имеется раздельная регулировка тембра по высоким и низким частотам глубиной 10—16 *дб*.

Стереофонический усилитель (см. блок-схему на рис. 1) имеет два канала, каждый из которых состоит

из двух одинаковых усилителей. Стереофонический усилитель имеет спаренные регуляторы громкости и тембра, а также регулятор стереобаланса для выравнивания громкости обоих каналов.

Ввиду идентичности усилителей рассмотрим только один из каналов.

Каждый канал имеет предварительный и оконечный усилители. Предварительный усилитель состоит из трех

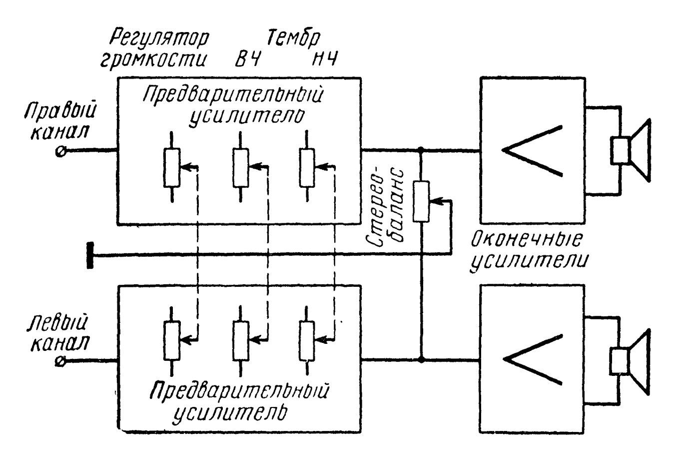


Рис. 1. Блок-схема усилителя

каскадов (рис. 2). Первый каскад собран на транзисторе T_1 по схеме с общим эмиттером и дает значительное усиление по напряжению. Каскады на транзисторах T_2 и T_3 в основном компенсируют потери в цепях плавной регулировки тембра по высоким и низким частотам. Регуляторы тембра высоких и низких частот для исключения их взаимного влияния разделены транзистором T_2.

Регулятор высоких частот собран на резисторах R_{10}—R_{12} и конденсаторах C_2 и C_3. В верхнем по схеме положении движка потенциометра R_{11} конденсатор C_2 шунтирует резистор R_{10}, тем самым создается подъем частотной характеристики на высоких частотах. В среднем положении движка цепь регулятора представляет собой примерно одинаковое сопротивление для всех частот звукового диапазона. В нижнем положении

Зак. 1433

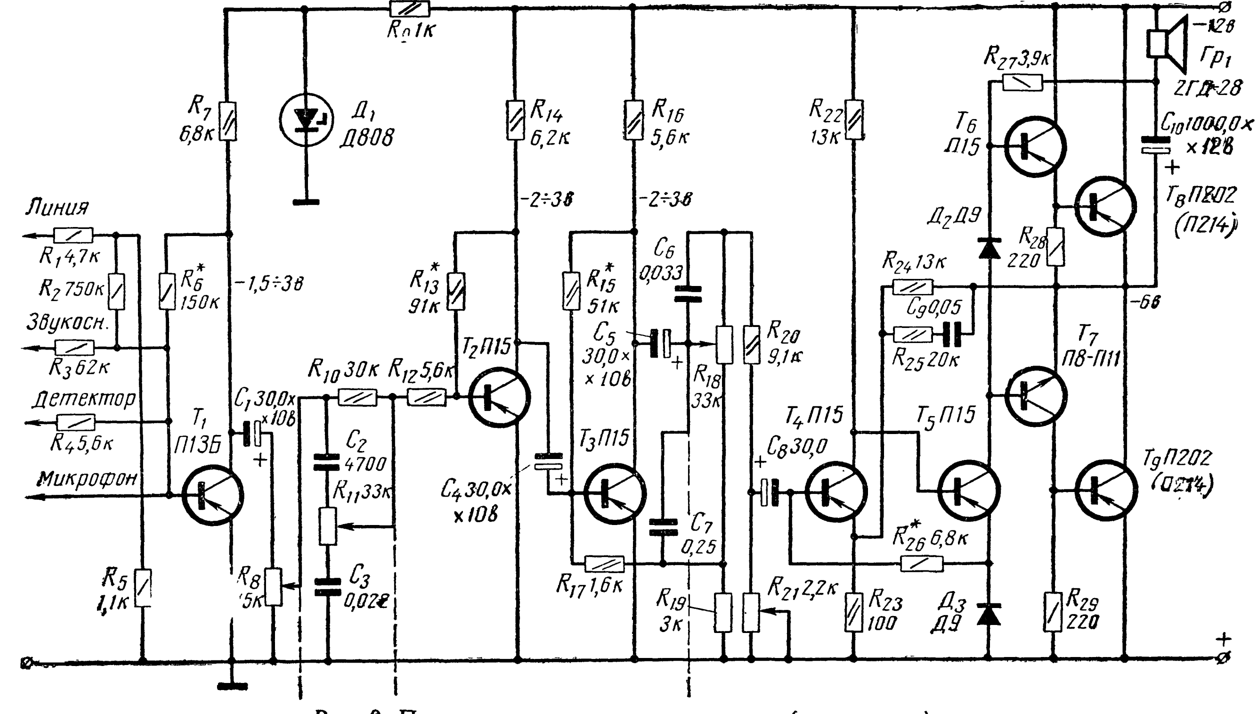


Рис. 2. **Принципиальная схема усилителя (один канал)**

движка высокие частоты замыкаются на землю через конденсатор C_3.

Схема регулятора низких частот содержит транзистор T_3, резисторы R_{17}—R_{19} и конденсаторы C_6—C_7. Для частот выше 1000 *кгц* независимо от положения движка потенциометра R_{18} введена постоянная отрицательная обратная связь. Напряжение обратной связи, возникающее на резисторе R_{19}, через резистор R_{17} подается на базу транзистора T_3. Для низких частот перемещение движка потенциометра R_{18} вверх вызывает уменьшение обратной связи пропорционально снижению частоты. Для частот ниже 50 *гц* завал частотной характеристики объясняется увеличением реактивного сопротивления переходных емкостей. Схема обеспечивает плавность и достаточную глубину регулировки в зависимости от угла поворота потенциометра R_{18}.

Частотная характеристика канала при крайних положениях движков потенциометров R_{11} и R_{18} приведена на рис. 3.

Оконечные усилители каждого канала содержат три каскада усиления с непосредственной связью. Выходной каскад собран на составных транзисторах T_6—T_9 по известной схеме с бестрансформаторным выходом.

Особенностью оконечного усилителя является использование нескольких обратных связей. Стабилизация каскадов по постоянному току осуществляется подачей напряжения с диода $Д_3$ через резистор R_{26} на базу транзистора T_4 и изменением потенциала эмиттера транзистора T_4 в зависимости от величины напряжения на коллекторе T_9. Использование диода $Д_3$ вместо параллельно включенных резистора и конденсатора уменьшает температурную нестабильность режима оконечного каскада. С повышением температуры уменьшение напряжения на участке база — эмиттер транзистора T_4 частично компенсируется уменьшением падения напряжения на диоде $Д_3$. Если по какой-либо причине увеличивается ток транзистора T_4, падает его коллекторное напряжение, то уменьшается базовый ток транзистора T_5, что вызывает увеличение его коллекторного напряжения, а также напряжения на коллекторе транзистора T_9. Это, в свою очередь, увеличивает отрицательный потенциал эмиттера транзистора T_4, воз-

вращая его в исходное состояние. В результате токи каскадов и установленный потенциал коллектора транзистора T_9 остаются практически неизменными. Параллельно резистору R_{24} включена цепь $R_{25}-C_9$, через которую подается на эмиттер T_4 дополнительная частотно-зависимая обратная связь, повышающая линейность частотной характеристики.

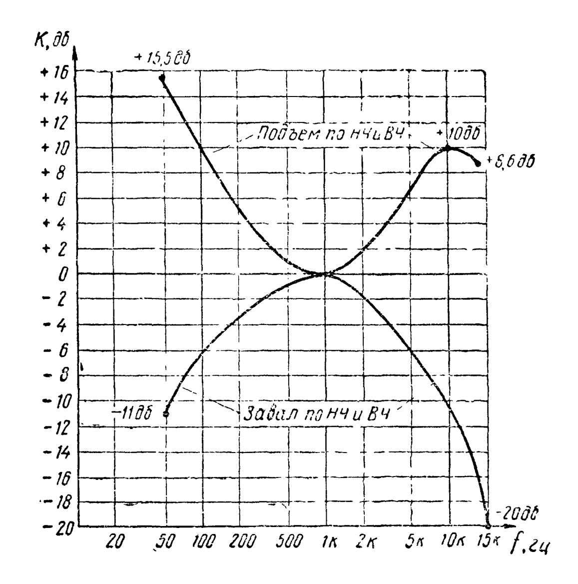


Рис. 3. Частотная характеристика усилителя

В усилитель введена и положительная обратная связь через резистор R_{27} на базы T_6 и T_7: коллекторная нагрузка транзистора T_5 подсоединена не к минусу питания, а к нагрузке. Коллекторное напряжение T_5 становится переменным, что дает возможность полностью раскачивать выходные транзисторы.

Обратные связи устраняют искажения типа «ступенька» и позволяют при напряжении 12 *в* получить на нагрузке 6 *ом* каждого канала выходную мощность 1,5 *вт* без подбора транзисторов. При этом ток покоя мощных транзисторов не превышает 3—5 *ма*.

Для изготовления усилителя применяются постоянные резисторы — типа УЛМ или МЛТ. В качестве потенциометров R_{11} и R_{18} следует использовать сдвоенные переменные резисторы типа СП-III-А. Регулятор гром-

кости R_8 — типа СП-III-В. Сдвоенные потенциометры можно сделать самостоятельно, как описано в журналах «Радио», 1965 г., № 4, 7 и 1966 г., № 3. Элементы регулятора тембра должны иметь допуск не более 5%.

Конденсатор C_{10} — типа К50-6. Остальные электролитические конденсаторы типа ЭМ емкостью 30—50 *мкф*.

Нагрузка — громкоговорители типа 2ГД-28 помещены в одинаковые деревянные футляры размерами 400×300×200 *мм*.

Монтаж усилителя выполнен на двух платах размерами 50×100 *мм*. Крепление деталей на монтажных платах производится в зависимости от возможностей радиолюбителя. Можно использовать печатные платы, пустотелые пистоны или медные штырьки. Все переменные резисторы крепятся к корпусу усилителя.

Перед регулировкой усилителей громкоговорители заменяют эквивалентными резисторами мощностью около 2 *вт*. Налаживание каждого канала сводится к установке режимов транзисторов T_1 — T_3 и подбору сопротивлений резисторов R_6, R_{13}, R_{15}. Сопротивление резистора R_{26} подбирается так, чтобы на коллекторе транзистора T_9 было напряжение, равное половине напряжения источника питания.

Регулятор громкости ставится в верхнее положение, а регуляторы тембра и стереобаланса — в среднее. На плюсовой вывод конденсатора C_3 от звукового генератора подают напряжение 40—50 *мв* частотой 1000 *гц*. На выходе усилителя должно быть в этом случае напряжение около 3 *в* без искажений. Далее уменьшают сигнал до получения на выходе напряжения около 30 *мв*. Проверяют глубину регулировки частотной характеристики в двух крайних положениях регуляторов тембра. Сигнал на вход «микрофон» должен подаваться через конденсатор емкостью 20—50 *мкф*, подсоединенный минусом к базе транзистора T_1. Для остальных входов конденсатор можно исключить при отсутствии постоянного потенциала в предыдущем каскаде.

При регулировке частотной характеристики необходимо учитывать следующее. Для частот выше 8 *кгц* наблюдается увеличение потребляемого тока в 2—3 раза. Это происходит вследствие инерционности мощных транзисторов, когда резко увеличивается сквозной ток, который повышает рассеиваемую мощность и может

вызвать тепловой пробой мощных транзисторов. Поэтому измерения на высоких частотах должны производиться быстро или при незначительной раскачке выходных транзисторов.

Оба канала усилителя должны иметь одинаковые частотные и фазовые характеристики и одинаковые коэффициенты усиления. Регулировка усиления осуществляется потенциометром R_{21}.

Фазовые характеристики измеряются электронным фазометром, фазовым вольтметром или двухлучевым осциллографом. Входы обоих каналов соединяют параллельно и подают напряжение от ЗГ, плавно перестраивая его по всему частотному диапазону. Оба входа осциллографа устанавливают на одинаковую чувствительность. Измеряют сдвиг по фазе между выходными напряжениями каналов усилителя, который не должен превышать 20°. Качественно фазовый сдвиг можно определить и на однолучевом осциллографе. Выходное напряжение первого канала подается на усилитель горизонтальной развертки, выходное напряжение второго канала — на вход усилителя вертикальной развертки. Входы осциллографа также уравнивают по чувствительности, а временную развертку отключают. В случае совпадения фаз на экране появится наклонная черта. Фазовая характеристика считается удовлетворительной, если фазовый сдвиг проявляется в виде двойной черты. Если появляется эллипс или круг (сдвиг фаз равен 90°), то усилитель для стереофонии не пригоден, хотя на слух качество воспроизведения по каждому каналу кажется отличным.

Нелинейные искажения и уровень фона определяют в каждом канале раздельно при среднем положении регулятора тембра.

Для определения переходного затухания между каналами на вход одного канала подается максимальный сигнал и измеряется напряжение на входе другого канала, проникшее из первого. Отношение напряжений, выраженное в децибелах, должно быть не менее 30. Можно определить переходное затухание на слух. Для этого в первом канале оставляют включенным эквивалентный резистор, а во втором — устанавливают громкоговоритель.

Зак. № 1[illegible]

ПОДАВЛЕНИЕ ГАРМОНИК В АНТЕННО-ФИДЕРНОМ УСТРОЙСТВЕ КВ ПЕРЕДАТЧИКОВ

К. Перебейнос

Обеспечение чистоты эфира — долг радиолюбителей

Официально радиоизлучение для любительских передатчиков разрешено на участках радиоспектра, специально согласованных и утвержденных международными организациями. Никто, как правило, не нарушает границ, отведенных для работы любительских коротковолновых передатчиков при работе на основной частоте. Но достаточно часто выпадает из внимания тот факт, что, кроме основной частоты, любительские передатчики и возбудители, работающие на умножении частоты, излучают большое количество гармоник, имеющих недопустимую величину.

Гармоники и комбинационные частоты передатчиков могут излучаться в большом диапазоне частот от единиц до нескольких сотен мегагерц. В результате создаются помехи на значительном участке спектра радиочастот, включая диапазон ультракоротких и дециметровых волн.

В спектр гармоник и комбинационных излучений попадают диапазоны гражданских служб, аэрофлота, радиотелефон, радиотелеграф, все программы телевидения, специальные службы связи.

Радиолюбители-коротковолновики используют довольно мощные радиопередатчики, имеющие мощности от единиц до 150—200 *вт*. Мощность гармоник и комбинационных частот может быть довольно значительной.

«Чистый эфир» можно обеспечить, исключив в антенне у радиолюбительских передатчиков гармонические составляющие основной частоты и широкий спектр комбинационных частот.

Каждый передатчик, в идеальном случае, должен излучать только основную частоту — рабочую, на которой производится передача.

Методы, способствующие уменьшению паразитных излучений передатчика

Под гармоническими частотами передатчика будем понимать все частоты, являющиеся 2-й, 3-й, 4-й и т. д. гармониками основной (излучаемой) частоты и 2-й, 3-й, 4-й и т. д. гармониками кварцев, используемых для умножения частоты в задающем генераторе или возбудителе.

Под комбинационными частотами передатчика будем понимать все комбинационные частоты, образующиеся в лампах передатчиков за счет нелинейности характеристик. Эти частоты образуются в результате сложения основной частоты передатчика с ее гармониками и также в результате сложения частот кварцев с их гармониками.

Разумеется, что излучение комбинационных частот очень сильно зависит от избирательности контуров, стоящих после каскада, в котором происходит образование комбинационных частот. Чем у́же полоса пропускания этих контуров, т. е. чем выше их избирательность, тем меньшее количество комбинационных частот попадает в выходной каскад и излучается антенной. Некоторое количество комбинационных частот, даже при хороших контурах, все же попадает в антенную цепь и излучается антенной передатчика в эфир. Чтобы уменьшить проникновение гармоник кварцев и их комбинационных частот на сетки мощных усилительных каскадов и выходных усилителей мощности, при конструировании передатчиков необходимо обратить особое внимание на следующее.

Во-первых, каскады должны быть экранированы друг от друга по высокой частоте, защищены по цепям питания (по накалу и аноду), а также по цепям управления (реле, электродвигатели переключатели, индикаторы и т. п.). Во всех этих цепях должны стоять фильтрующие цепочки из *П*-образных звеньев (рис. 1).

Отдельное звено фильтра должно быть помещено в экранированный отсек. Каждый каскад передатчика также должен быть экранирован. В этом случае связь между каскадами осуществляется через отверстия в экране, диаметр которых должен составлять 6—7 *мм*. Отверстия меньшего диаметра будут давать дополнитель-

ное затухание проходящему сигналу, а большего — пропускать в следующий каскад высокочастотные поля комбинационных частот.

Конденсаторы фильтра должны иметь емкость порядка 680—1200 *пф*. Катушку индуктивности L_1 наматывают на каркас диаметром 5—6 *мм* проводом ПЭЛ-0,3 в один ряд. Число витков может изменяться от 30 до 50.

Во-вторых, избирательные контуры, включенные в сеточные и анодные цепи каскадов передатчика, должны иметь хорошую фильтрацию и достаточно сильно подавлять комбинационные частоты. Чем выше добротность этих контуров, тем большей избирательностью они будут обладать и тем сильнее будут подавляться комбинационные частоты.

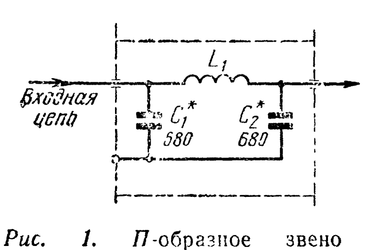


Рис. 1. П-образное звено фильтра

Надо добавить, что контуры с очень большой добротностью применять нежелательно, так как это связано с температурной стабильностью контуров. Для коротковолновых контуров с сосредоточенными постоянными добротность катушек без каркаса достигает 300—350; на каркасе из фторопласта (тефлона) — до 250—280; из полистирола — до 200; из органического стекла до 150.

В-третьих, режим ламп усилительных каскадов желательно выбирать таким, чтобы работа происходила на линейном участке характеристики (режим А), дающем наименьшие искажения сигнала, а следовательно, и наименьшее количество гармоник. Лампы каскадов умножения выделяют множество гармоник, имеющих большую интенсивность. Поэтому к ним необходимо применять те рекомендации по экранировке, которые изложены выше.

Все каскады усиления и мощности рекомендуется питать высоким напряжением, в котором пульсации максимально сглажены. Чем меньше пульсаций в питающих напряжениях анодных и накальных цепей, тем меньше искажен сигнал и тем меньшее количество комбинационных частот образуется в данном каскаде.

В-четвертых, необходимо добиваться **хорошего согласования выхода передатчика с антенно-фидерным устройством.** Плохое согласование вызывает сильное излучение побочных частот.

Если учитывать вышеизложенные рекомендации при постройке нового передатчика или реконструкции имеющегося, то можно добиться заметного уменьшения паразитных излучений.

Самой сложной задачей является экранирование передатчика и отдельных его каскадов.

Паразитные излучения, идущие через антенную цепь, можно с достаточной эффективностью подавить специальными высокочастотными фильтрами, один из которых будет описан ниже.

Всем коротковолновикам желательно применять фильтры, подавляющие паразитные излучения передатчиков на всем участке радиоспектра, находящегося вне любительского диапазона.

Высокочастотный фильтр нижних частот для подавления гармонических и комбинационных излучений передатчиков

В антенную цепь для подавления только гармонических составляющих ставятся простейшие фильтры-пробки (чаще всего на выходе передатчика до антенного кабеля), настроенные на частоту той гармоники, которую нужно подавить (рис. 2). На графике показана величина затухания, которую можно получить, применяя одно звено фильтра-пробки. Устанавливая последовательно два звена, настроенных на одну и ту же подавляемую частоту, можно удвоить затухание, но приблизительно вдвое возрастет затухание и на основной рабочей частоте передатчика.

Предлагаемый фильтр нижних частот обеспечивает защиту от высших гармонических составляющих и комбинационных частот передатчика, прошедших на его выход, весь диапазон которых лежит за частотой 30 *Мгц,* где фильтр дает затухание более 90 *дб* (более 30 000 раз по напряжению).

В полосе пропускания от 2 до 29 *Мгц* затухание фильтра не превышает 1,2 *дб* (1,31 раза по мощности)

в худших точках, которые лежат вне любительских диапазонов. На любительских диапазонах затухание в полосе пропускания в среднем не превышает 1,1 *дб* (1,28 раза по мощности).

На рис. 3 показана характеристика затухания фильтра от 2 до 500 *Мгц*.

На рис. 4 показана принципиальная схема фильтра и данные его элементов. Фильтр состоит из семи звень-

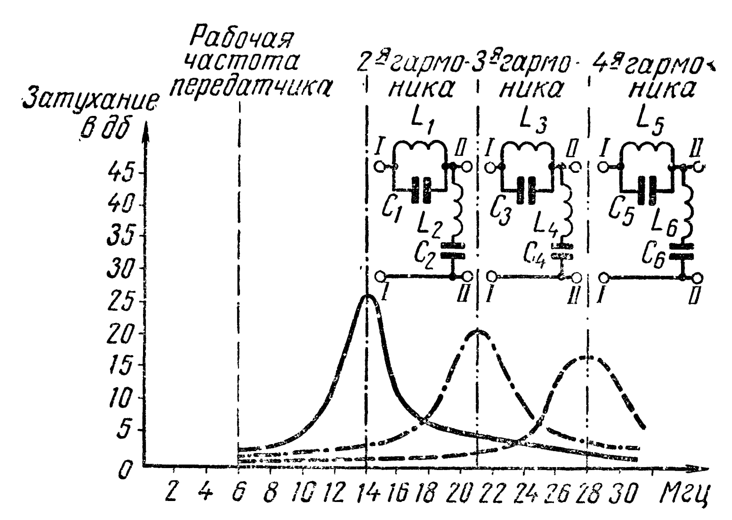


Рис. 2. Фильтр-пробка и его частотные характеристики

ев типа *m*. На рис. 5 показаны схемы *Г*-образного полузвена и *Т*-образное звено фильтра НЧ типа *m*, которые были применены для звеньев фильтра.

Фильтр рассчитан на работу с передатчиком и антенной при сопротивлении нагрузки 50 *ом*. При изменении нагрузки от 35 до 75 *ом* фильтр дает также удовлетворительные результаты, что облегчает его применение в радиолюбительской практике тогда, когда точно неизвестно выходное сопротивление передатчика или входное сопротивление антенны.

Схема фильтра несимметрична, поэтому вход фильтра нужно всегда подключать к выходу передатчика, а выход фильтра к антенному кабелю. Место включения фильтра в антенную цепь может быть любым, но

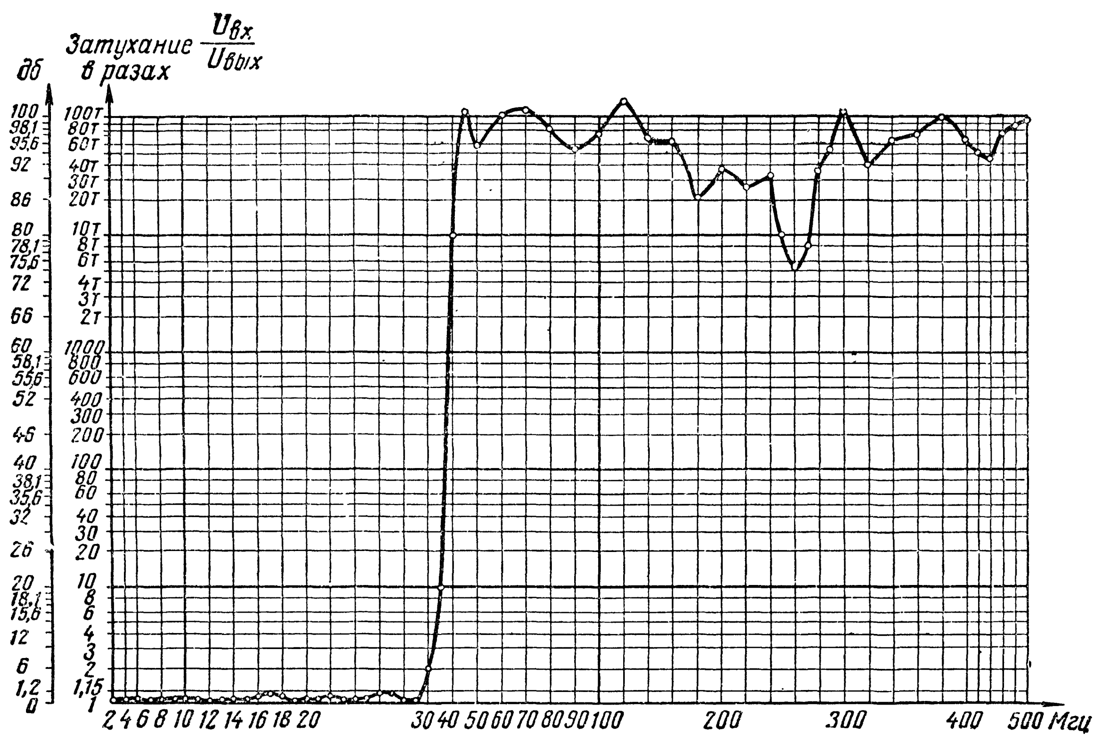


Рис. 3. Характеристика затухания фильтра

Частоты настройки элементов звеньев в Мгц	45	260	125	62	40	40	40	240	43
	39	260	130	60	48	34	34	240	39

Рис. 4. Принципиальная схема фильтра

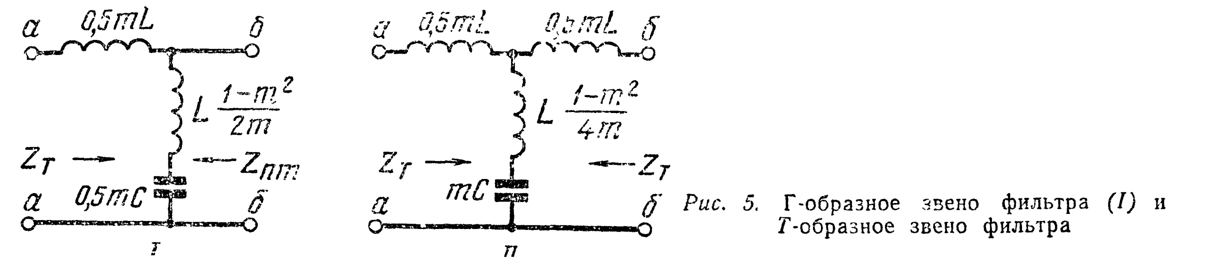


Рис. 5. Г-образное звено фильтра (*I*) и *Т*-образное звено фильтра

рекомендуется его ставить ближе к выходу передатчика.

На вход и выход фильтра подключается коаксиальный кабель, обладающий волновым сопротивлением 50 *ом* (возможно применение коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 75 *ом* при допустимых изменениях характеристики затухания фильтра).

Если применяется симметричный кабель для соединения выхода передатчика с антенной, то применяя фильтр, необходимо сделать высокочастотные трансформаторы для перехода от симметричной линии к несимметричной и наоборот. Если же это сделать невозможно, то нужно применить два фильтра, каждый из которых будет включен в свой провод двухпроводного антенного фидера. Конечно, при этом конструкция и настройка фильтра усложняется, так как в один корпус необходимо будет поместить два одинаковых фильтра.

Конструкция фильтра

Фильтр собран в корпусе из латуни толщиной 1 *мм*. В корпусе имеется восемь перегородок с отверстиями диаметром 6 *мм*, через которые из отсека в отсек идет монтажный провод схемы фильтра. Семь больших отсеков предназначены для звеньев фильтра. Перегородки, имеющие сверху специальные выступы, на которых фиксируется крышка с соответствующими прорезями, припаяны к корпусу и образуют с ним единое целое. Крышка свободно снимается с выступов перегородок.

Важно, чтобы применяемый высокочастотный разъем и кабель имели одно и то же волновое сопротивление, в противном случае будет сильное рассогласование фильтра с кабелем, антенной и передатчиком и увеличатся потери в полосе пропускания. В фильтре применены подстроечные конденсаторы с воздушным диэлектриком — C_1, C_4, C_7, C_{10}, C_{13}, C_{15}, C_{17} и C_{18}, которые имеют пределы регулировки емкости от 2,5 до 26 *пф*. Зазор между роторными и статорными пластинами должен быть не менее 0,25 *мм*.

Конденсаторы постоянной емкости типа КТК или КТ с рабочим напряжением не менее 200 *в*. Конденсаторы должны применяться тех номиналов, какие указа-

ны на схеме рис. 4, в пределах ±10%. Температурная компенсация характеристики фильтра производится с помощью этих конденсаторов, поэтому они должны иметь отрицательный ТКЕ величиной — $(700 \pm 100) \cdot 10^{-6}$ (красные).

Возможно применение и других типов конденсаторов с тем же ТКЕ, но при этом величины индуктивностей катушек и емкостей конденсаторов должны соответствовать указанным на схеме. Кроме этого, добротность конденсатора должна быть высокой, иначе из-за потерь внутри конденсатора увеличатся потери в полосе пропускания.

Индуктивности фильтра выполнены в виде бескаркасных катушек. От того, как точно сделаны катушки, зависит простота настройки фильтра. Поэтому желательно катушки выполнить возможно точнее по размерам, при этом величина индуктивности катушки по своему номиналу получится автоматически.

В таблице 1 приводятся данные всех катушек индуктивности фильтра, а на рис. 6 показан монтаж фильтра и размеры основных деталей.

Все катушки индуктивности намотаны медным проводом диаметром 1,5 *мм.* Можно применить голый медный провод, провод в эмалевой изоляции, посеребренный. Для получения возможно большей добротности катушек индуктивности провод перед намоткой желательно отполировать, так как потери по высокой частоте в проводах с гладкой, полированной поверхностью меньше, чем с шероховатой.

Хорошую добротность имеют катушки индуктивности, выполненные из провода с эмалевой изоляцией, у которого хорошо отполирована поверхность и отсутствует окисный слой.

Монтаж фильтра следует начинать с установки высокочастотных разъемов и подстроечных конденсаторов. После этого необходимо разметить места для опорных точек.

Установку катушек индуктивности производят, руководствуясь следующими соображениями.

По высоте их располагают посередине, на равном расстоянии от дна корпуса и крышки фильтра. Катушки индуктивности в каждом отсеке помещают так, чтобы между ними, а также между каждой катушкой и

Таблица 1

№ п/п	Обозначение	Диаметр провода, *мм*	Индуктивность, *мкгн*	Внешний диаметр катушек, *мм*	Шаг витка, *мм*	Число витков	Примечание
1	L_1	1,5	0,16	15,0	2	3	
2	L_2	1,5	0,282	15,0	2	4,5	
3	L_3	1,5	0,025	6,0	4	2	
4	L_4	1,5	0,24	15,0	2	4	
5	L_5	1,5	0,02	10	5	1	
6	L_6	1,5	0,24	15,0	2	4	
7	L_7	1,5	0,24	15,0	2	4	
8	L_8	1,5	0,04	10	7	2	
9	L_9	1,5	0,24	15,0	2	4	
10	L_{10}	1,5	0,2	15,0	2	3,5	
11	L_{11}	1,5	0,0867	9	3	4	
12	L_{12}	1,5	0,2	15,0	2	3,5	
13	L_{13}	1,5	0,125	15,0	2	2,5	
14	L_{14}	1,5	0,2	15,0	2	3,5	
15	L_{15}	1,5	0,125	15,0	2	2,5	
16	L_{16}	1,5	0,125	15,0	2	2,5	
17	L_{17}	1,5	0,24	15,0	2	4	
18	L_{18}	1,5	0,125	15,0	2	2,5	
19	L_{19}	1,5	0,015	6	5	1	Выводы сделаны двойной ширины из того же провода для уменьшения их индуктивности
20	L_{20}	1,5	0,282	15,0	2	4,5	
21	L_{21}	1,5	0,16	15,0	2	3	

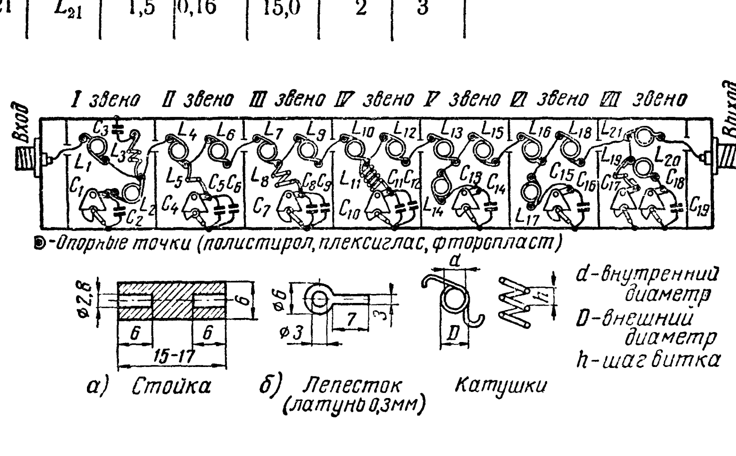


Рис. 6. Монтаж фильтра

корпусом было наибольшее расстояние. При этом добиваются наикратчайшей длины соединительных проводников при подпайке катушек индуктивности к схеме.

Монтаж схемы фильтра нужно производить медным одножильным проводом диаметром 1 *мм,* не имеющим изоляции. Желательно использовать посеребренный провод. Заземленные концы конденсаторов в каждом звене фильтра должны припаиваться в одной точке. Соединительные провода, идущие из отсека в отсек, должны быть расположены в центре отверстий в перегородках.

Крышка фильтра запаивается не после монтажа схемы, а после окончательной регулировки и проверки фильтра. При регулировке возможно придется заменить какую-либо из деталей схемы, а отпаять крышку в данной конструкции фильтра затруднительно.

Настройка фильтра

Если схема фильтра смонтирована правильно, детали соответствуют номиналам, а также размерам, указанным на рис. 6, то настройка фильтра не представит особых затруднений, так как схема достаточно хорошо отработана и опробирована.

Для настройки фильтра нужна следующая аппаратура: генератор стандартных сигналов типа ГСС-7, работающий в диапазоне от 20 до 180 *Мгц*; генератор стандартных сигналов ГСС-12, работающий в диапазоне от 150 до 1000 *Мгц*; генератор ГСС-6 (до 24 *Мгц*); ламповый вольтметр типа МВЛ-2 (или МВЛ-3), измеряющий переменное напряжение от 10 *мв* и выше; звуковой генератор любого типа для модуляции генераторов стандартных сигналов (если у них нет внутренней модуляции).

Генераторы ГСС-7 и ГСС-12 должны иметь вольтовый выход (генераторы ГСС-7А и ГСС-12 могут давать высокочастотное напряжение до 2 *в*).

Для настройки звеньев фильтра нужно собрать детекторную приставку, которая показана на рис. 7, *б*. Приставка собирается в металлическом корпусе. Высокочастотным кабелем K_3 она соединяется с фильтром,

а экранированным проводом K_4 подсоединяется к ламповому вольтметру. Детектор может быть любого типа, но предпочтительно применить диод типа Д2Е или Д2Ж.

Для настройки фильтра собирается схема, показанная на рис. 7, *а*. Если генератор стандартного сигнала не имеет внутренней модуляции, то к нему присоединяется звуковой генератор.

Частота модуляции должна быть 1000—1300 *гц*. Глубину модуляции устанавливают возможно большей, по-

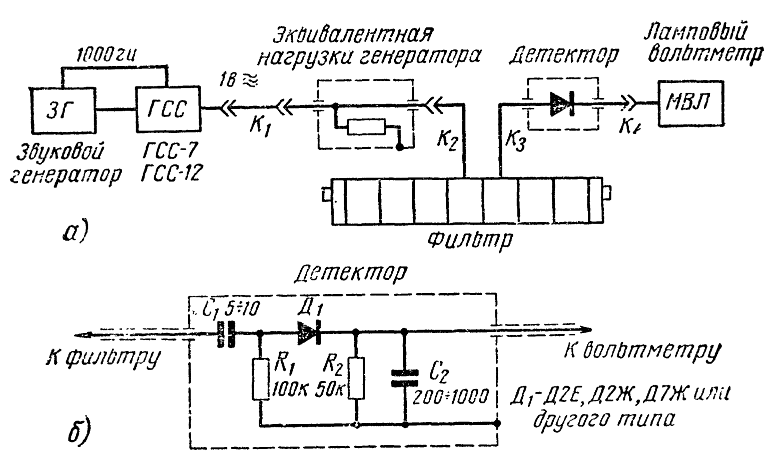


Рис. 7, а — схема настройки фильтра; *б* — детекторная приставка для настройки

рядка 70—90%. Высокочастотным кабелем генератор стандартных сигналов соединяется с эквивалентной нагрузкой, прилагаемой к генератору, которая служит для согласования выхода генератора с кабелем. С эквивалента нагрузки напряжение генератора через кабель K_2 подается на звено фильтра.

Например, при настройке первого звена кабель K_2 присоединяют к входному разъему, а кабель детектора K_3 подсоединяют центральной жилой к точке между катушками индуктивности L_4 и L_6 (см. рис. 4). При этом в первом звене фильтра настраивают два контура: контур L_2, C_1, C_2 на частоту 45 *Мгц* и контур L_3, C_3 на частоту 260 *Мгц*.

Настройка производится следующим образом: на генераторе устанавливается частота 45 *Мгц* и уровень

модуляции до 70—90% при наибольшем выходном напряжении генератора. Ламповый вольтметр, включенный после детекторной приставки, регистрирует некоторое напряжение модуляции. Переключая шкалы лампового вольтметра, следует установить такой диапазон измерения напряжений, чтобы стрелка показывала наибольшее отклонение.

Вращая ротор подстроечного конденсатора C_1, следует добиваться уменьшения показаний вольтметра. Если на шкале, по которой производятся измерения, получены показания около нуля, то вольтметр переключается на диапазон измерения меньших напряжений, вплоть до самого чувствительного диапазона измерений (10 *мв*). Настройка производится по резкому минимуму показаний вольтметра.

Следует обратить внимание на то, чтобы подстроечный конденсатор находился при этом в некотором промежуточном положении между минимальной и максимальной емкостью.

Если конденсатор полностью выведен (минимальная емкость), это значит, что велика индуктивность L_2 и следует проверить: правильно ли сделана катушка, совпадают ли ее размеры с приведенными в таблице 1. Если катушка выполнена правильно, то можно изменить емкость конденсатора C_2, уменьшив ее на 10—15 *пф,* и снова произвести настройку контура L_2, C_1, C_2.

В случае если подстроечный конденсатор C_1 полностью введен (емкость максимальна), это значит, что индуктивность L_2 мала. Тогда нужно вновь произвести настройку, увеличив емкость C_2 на 10—15 *пф.*

Настройка цепи L_5, C_4, C_5, C_6 производится изменением емкости конденсатора C_4. Для этого кабель K_2 присоединяют к точке между катушками L_1, L_2, L_3 в первом звене, а кабель детектора K_3 — к точке между катушками L_6 и L_7 третьего звена, Контур L_5, C_4, C_5, C_6 настраивают по минимуму показаний вольтметра на частоту 125 *Мгц*. Частоты указаны на рис. 4. Аналогично производится настройка и других звеньев фильтра.

При настройке фильтра частоты, указанные на схеме (см. рис. 4), могут быть изменены в ту или другую сторону на 5% без ухудшения характеристики фильтра. После настройки всех звеньев фильтр закрывают крышкой и производят проверку затухания в полосе пропу-

скания. Для этого кабель K_2 подключают непосредственно к кабелю K_3. На генераторе ГСС-6 устанавливается частота 2 *Мгц* и модуляция 70—90%. Вольтметром измеряется напряжение генератора. Затем кабель K_2 подключают ко входу фильтра, а кабель K_3 — к выходу фильтра и по вольтметру определяют, на сколько изменились показания при включении фильтра. К выходу фильтра нужно подключить эквивалентную нагрузку, равную волновому сопротивлению кабеля.

После этого генератор перестраивают на частоты 3, 4, 5 и т. д. мегагерц и производят измерения напряжений без фильтра и с фильтром.

Проверку затухания фильтра с помощью описанного метода вне полосы пропускания произвести нельзя, так как затухание фильтра настолько велико, что для его измерения надо применять высокочувствительную аппаратуру, с помощью которой можно измерить напряжение порядка единиц микровольт.

Если обнаружено, что в полосе пропускания имеются точки с затуханием, выходящим за пределы нормы, то следует внимательно проверить монтаж фильтра и, может быть, изменить расположение деталей так, чтобы соединительные проводники были короче.

Если затухание на участке 28—29 *Мгц* несколько больше нормы, то контуры, настроенные на частоты 45, 40, 40, 40 и 43 *Мгц* (см. рис. 4), следует перестроить на частоты 47, 42, 42, 42 и 45 *Мгц,* то есть на 2 *Мгц* больше.

Схему фильтра можно несколько упростить, объединяя катушки индуктивности: L_6 с L_7, L_9 с L_{10}, L_{12} с L_{13} и L_{15} с L_{16}. Индуктивности новых катушек должны быть равны сумме индуктивностей тех катушек, из которых они составлены. При этом изменится расположение деталей в отсеках фильтра. Надо заметить, что характеристика преобразованного фильтра имеет несколько бо́льшую неравномерность вне полосы пропускания.

Защитный фильтр, описание которого приводится в этой статье, обеспечивает полную защиту радиоспектра, лежащего выше 30 *Мгц* от излучения гармонических составляющих и комбинационных частот любительских передатчиков, очищая эфир от паразитных излучений. Испытания фильтра, проведенные с любительскими радиостанциями UA3FD, UA3DB, UW3EG, показали, что

обеспечивается полная защита всех каналов телевидения во время работы передатчиков. Не было обнаружено помех даже на телевизионных приемниках, которые находились вблизи от передатчика и работали как на комнатную антенну, так и на центральную антенну, находящуюся на здании.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЗВУКОСНИМАТЕЛИ ДЛЯ СТРУННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Д. Захваткин

Электромагнитные звукосниматели широко применяются при адаптеризации музыкальных инструментов, а также при постройке «немых» (чисто электронных) инструментов.

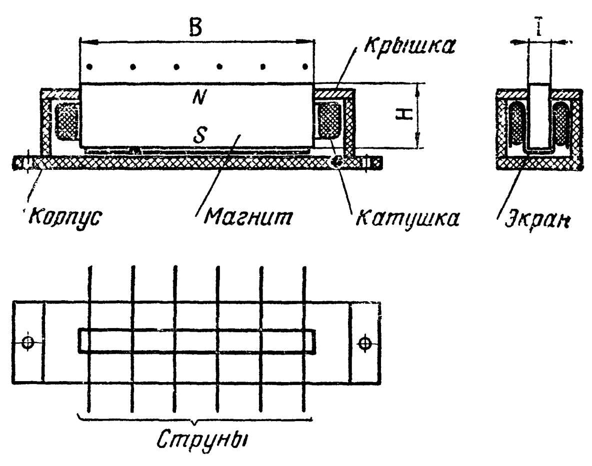


Рис. 1. Звукосниматель с общим магнитом

Из различных типов электромагнитных звукоснимателей наибольшее распространение получили конструкции с общей катушкой и одним или несколькими магнитами, расположенными перпендикулярно струнам.

Звукосниматель с общим магнитом (рис. 1) проще в изготовлении. У звукоснимателя с отдельными магни-

тами для каждой струны (рис. 2) имеется возможность регулировки зазора между полюсами и струнами за счет перемещения магнитов. Таким образом, можно получить необходимую характеристику звукоснимателя, выровнять э. д. с., наводимую в катушке при колебании каждой струны. Отдача звукоснимателей (э. д. с., наводимая в катушке) при игре на одной струне составляет 15—25 *мв,* при игре аккордами — 25—40 *мв.* Такие звукосниматели нетрудно изготовить в любительских

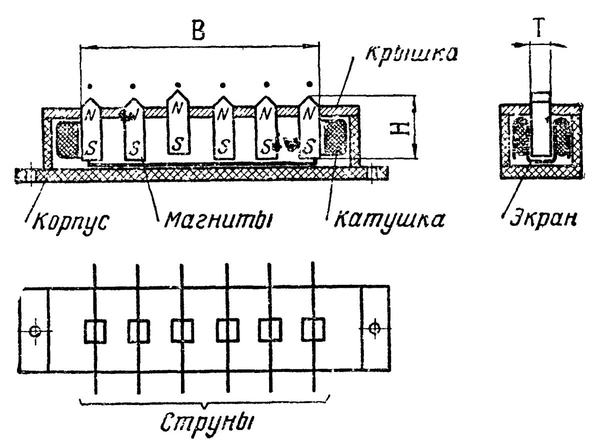


Рис. 2. Звукосниматель с отдельными магнитами

условиях. Основными деталями звукоснимателя являются (см. рис. 1 и 2) магниты, катушка, корпус, крышка, экран.

У различных инструментов расстояние между струнами, количество струн и расстояние до деки различно, поэтому рассмотрим общие вопросы по выбору размеров звукоснимателя.

Толщина магнита для конструкции, изображенной на рис. 1, равна 4—5 *мм;* ширина *B* на 4—5 *мм* больше, чем расстояние между крайними струнами; высота *H* не менее 9 *мм.* Таким образом, минимальное расстояние между струнами и декой, при котором еще можно установить звукосниматель, равняется примерно 12 *мм* при зазоре между полюсом и струной 1—2 *мм.*

Нормальная высота магнитов — 12—16 *мм.*

Сечение магнитов в конструкции (см. рис. 2) равно

5×5 *мм.* Их полюса, находящиеся под струнами заточены под углом 90°.

Исходя из размеров магнитов выбирают размеры корпуса звукоснимателя. Внутренние размеры корпуса должны быть такими, чтобы между его стенками и магнитами оставалось по 6—7 *мм* для размещения катушки. Высота корпуса должна быть на 1—2 *мм* меньше высоты магнитов *H*. В любительских условиях обычная обработка магнитных сплавов (шлифовка и резка абразивными кругами с большими скоростями и пр.) затруднительна. Поэтому для звукоснимателей магниты можно изготовить из порошкообразного магнитного сплава марки Альни и эпоксидной смолы. Формовку сердечников производят в парафиновой форме. После полимеризации эпоксидной смолы и удаления формы сердечник следует намагнитить.

Порошок из сплавов Альни готовят следующим образом. Кольцевой или стержневой магнит от негодного громкоговорителя сначала разбивается молотком на небольшие куски размером 1—2 *см* на массивной плите. После этого куски магнита измельчают в ступке небольшими порциями до мелкого порошка. Вместо ступки можно использовать кольцо и плиту (рис. 3), а чтобы при ударах крупинки сплава не разлетались, их смазывают густой смазкой — солидолом, вазелином и пр. Изготовленный таким образом порошок промывают в керосине или бензине и высушивают. Перед формовкой расплавленный парафин наливают в какой-либо плоский сосуд и охлаждают.

Формы в парафине делают с помощью специального шаблона, размеры которого в точности соответствуют будущему магнитному сердечнику. Его можно выпилить, например, из алюминия или какого-либо другого металла и обработать напильником, а для извлечения из формы в нем необходимо выпилить резьбовое отверстие, в которое установить болт или шпильку.

Перед формовкой шаблон разогревают и вплавляют заподлицо в парафин; после остывания его осторожно извлекают за винт (рис. 4).

Эпоксидную смолу приготовляют непосредственно перед заливкой, смешивая смолу ЭД-5 или ЭД-6 с отвердителем в пропорции 10 : 1.

При заливке нужно стремиться, чтобы порошок за-

полнял форму плотнее и чтобы смола проникла по всему объему формы. Для большей текучести смолы ее можно перед заливкой слегка подогреть, но следить, чтобы при этом она не размягчила саму форму.

При заливке формы смесь утрамбовывают палочкой или спичкой. Смола затвердевает через 10—12 часов, после чего заготовки магнитов извлекают из формы и при необходимости зачищают торцы. Намагничивание магнитов производят в специальной катушке. Ее нама-

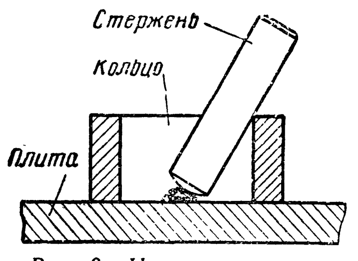


Рис. 3. Измельчение магнита в самодельной ступке

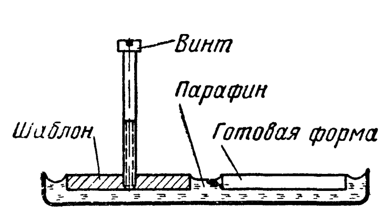


Рис. 4. Изготовление формы для отливки магнита

тывают проводом ПЭЛ 0,8—1,0 *мм* (число витков 100—150). Внутренние размеры катушки соответствуют сечению магнита, т. е. для общего магнита они равны ($S \times B$) *мм*, а для отдельных магнитов меньше — (5×5) *мм*. Катушка бескаркасная. Чтобы витки не распадались, ее обматывают изоляционной лентой. Магнит должен плотно удерживаться в катушке.

При намагничивании магнитов катушку подключают к сети 220 *в* через отрезок медного провода длиной 15—20 *мм,* диаметром 0,1 *мм*. Для установки этого провода можно использовать колодку от трубчатого предохранителя (см. рис. 5).

При включении в сеть провод на колодке расплавляется, а магнит намагничивается импульсом тока, протекающим в этот момент по катушке. Изготовленный магнит должен свободно удерживаться на стальной плите при любых ее положениях.

Катушка звукоснимателя (см. рис. 1 и рис. 2) бескаркасная содержит 3200—3500 витков провода ПЭЛ — 0,05 или ПЭЛ — 0,06. Провод большего диаметра применять не следует, так как при этом возрастают размеры звукоснимателя.

Катушку удобно намотать на оправке, размеры которой зависят от выбранного магнита.

Начало и конец катушки маркируют. Сопротивление катушки должно быть в пределах 2,3—2,7 *ком.*

Корпус звукоснимателя по выбранным размерам изготовляют из листовой пластмассы толщиной 2—4 *мм* (оргстекло, целлулоид, винипласт и пр.). Для склеивания оргстекла, полистирола и целлулоида используют

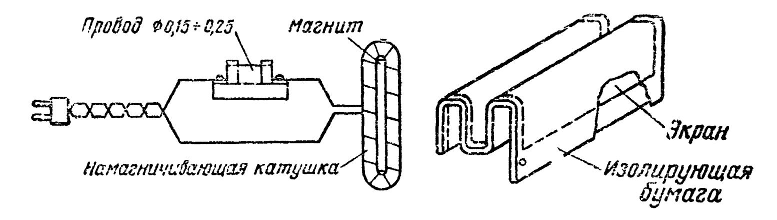


Рис. 5. Намагничивание магнита

Рис. 6. Экран звукоснимателя

клей, состоящий из дихлорэтана (15 весовых частей) и стружки из оргстекла (1 весовая часть). Для склеивания винипласта вместо стружки из оргстекла берется перхлорвиниловая смола (*П×В*) в таком же отношении.

Крышку звукоснимателя изготавливают из тех же материалов или из немагнитного металла — полированного дюралюминия, хромированной латуни и пр. В крышке вырезают отверстия для установки магнитов. После сборки звукоснимателя крышку приклеивают к корпусу.

Экран для катушки звукоснимателя делают из медной или латунной фольги, его ширина на 2—3 *мм* меньше, чем размер *B* магнита. Экран выгибают по магнитам и оклеивают для изоляции тонкой бумагой, например калькой (см. рис. 6). Ширина бумаги должна быть на 5—6 *мм* больше ширины экрана, чтобы после сборки магнит и катушка были полностью изолированы от экрана. Укладку катушки в экран следует производить аккуратно, чтобы случайно не порвать витки обмотки. После сборки необходимо проверить целость катушки и отсутствие замыканий с помощью омметра.

Выводы звукоснимателя можно сделать из тонкого

экранированного провода, пропустив его в специальное отверстие боковой стенки корпуса.

Окончательная сборка звукоснимателя производится в следующем порядке. Внешний вид звукоснимателей показан на рис. 7.

В отверстие корпуса пропускают выводы экранированного провода (его концы должны быть разделены и облужены). После этого в корпус устанавливают экран

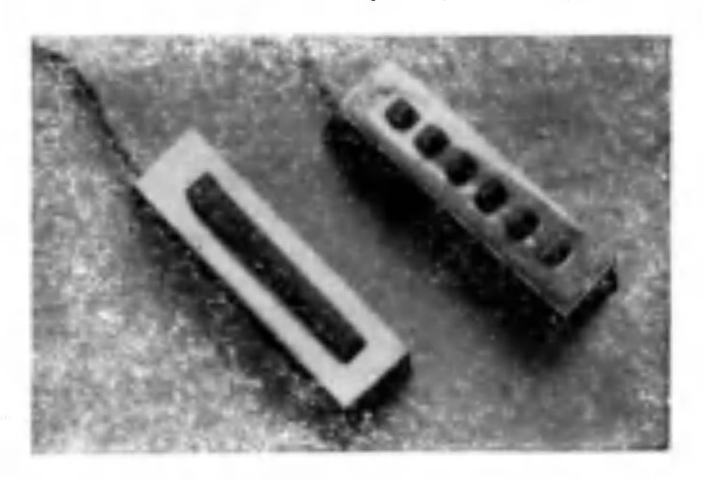


Рис. 7. Внешний вид звукоснимателей

с катушкой. Затем к внутренней жиле подпаивают начало обмотки, а конец обмотки и экранирующую оплетку провода припаивают непосредственно к экрану. Вкладывают магниты и приклеивают крышку корпуса.

При сборке звукоснимателя с отдельными магнитами нужно обратить внимание на то, чтобы полюса, обращенные к струнам, имели одну и ту же полярность.

При установке звукоснимателя на инструменте положение отдельных магнитов регулируют по высоте и закрепляют клеем БФ-2. Регулировку можно производить на слух при подключенном усилителе.

У звукоснимателя с одним общим магнитом также можно выровнять отдачу от разных струн. Для этого вырезают небольшие углубления в выступающей части магнита под теми струнами, отдачу которых необходимо уменьшить. Надрезать магнит можно и после окон-

чательной сборки звукоснимателя с помощью наждачного круга.

В заключение необходимо указать, что тембр воспроизводимого усилителем звука (форма колебаний и содержание обертонов) зависит от места установки звукоснимателя. При установке его вблизи подставки звук становится более резким, содержит больше гармоник, а при приближении к середине струн (по их длине) он становится мягче и глубже. Таким образом, при необходимости можно установить на инструменте несколько звукоснимателей и с помощью переключателей (малогабаритного клавишного или тумблеров) подключать их к усилителю, получая различные окраски звука. Звукосниматели крепят к деке шурупами или приклеивают. Для подключения соединительного экранированного провода устанавливают штеккерное или обычное двойное гнездо. Так как усилители для электроинструментов обладают большой выходной мощностью и высокой чувствительностью, то в соединительном шнуре могут возникнуть наводки. В этом случае на инструменте можно смонтировать по известным схемам эмиттерный повторитель, понижающий выходное сопротивление звукоснимателя. В этом же блоке целесообразно собрать и вибратор с предварительным усилителем. Для включения вибратора можно предусмотреть кнопочный (педальный) выключатель. Питать этот блок можно от батареи для карманного фонаря.

РЕЛЕ-РЕГУЛЯТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ

А. Енин,
В. Солдатенков

Контактно-транзисторные реле

В настоящее время вибрационные реле-регуляторы, которые устанавливают на автомобилях, представляют собой прибор, состоящий из реле-регулятора напряжения, ограничителя тока и реле обратного тока.

Основной недостаток вибрационных реле-регулято-

ров — быстрый износ контактов из-за большого тока, протекающего через них, и недостаточная температурная стабильность. Поэтому срок службы и надежность контактных реле-регуляторов значительно меньше надежности и долговечности генераторов.

Для увеличения надежности и срока службы реле-регулятора *(РР)* между источником тока и обмоткой возбуждения включают усилитель постоянного тока на

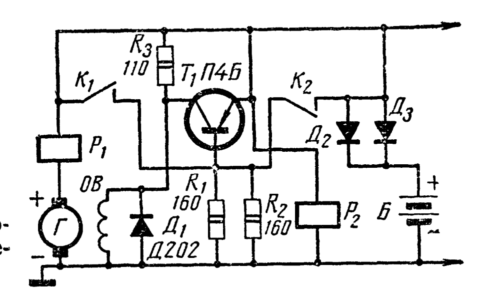


Рис. 1. Схема контактно-транзисторного реле регулятора

транзисторе T_1, включив механические контакты в цепь управления, где ток не превышает 150 *ма*. Схема такого контактно-транзисторного *РР* приведена на рис. 1. Контакты K_1 и K_2 реле нормально разомкнуты. При повышении напряжения на щетках генератора начинает увеличиваться ток, протекающий через обмотку возбуждения *ОВ*. Этот ток равен коллекторному току транзистора T_1, который, в свою очередь, определяется базовым током, протекающим через резисторы R_1 и R_2. Когда напряжение на генераторе увеличится до 13,5—15 *в*, ток в обмотке P_2 достигнет такой величины, что магнитное притяжение сердечника преодолеет сопротивление пружины, оттягивающей якорь, и контакты K_2 замкнутся.

Транзистор T_1 запирается, так как контакты K_2 при замыкании будут шунтировать его эмиттерный переход. Ток, протекающий через обмотку возбуждения, значительно уменьшится и будет определяться только сопротивлением резистора R_3. Вследствие этого магнитный поток возбуждения уменьшится, напряжение генератора также уменьшится и контакты K_2 разомкнутся. Когда напряжение, развиваемое генератором, снова начнет увеличиваться, то контакты K_2 опять замкнутся и весь процесс повторится.

Если ток, потребляемый нагрузкой генератора, возрастет до опасной величины, сработает реле P_1, ограничивающее величину этого тока. При увеличении тока возрастает магнитный поток, создаваемый обмоткой P_1 Достигнув определенной пороговой величины, сила магнитного притяжения якоря станет больше силы проти-

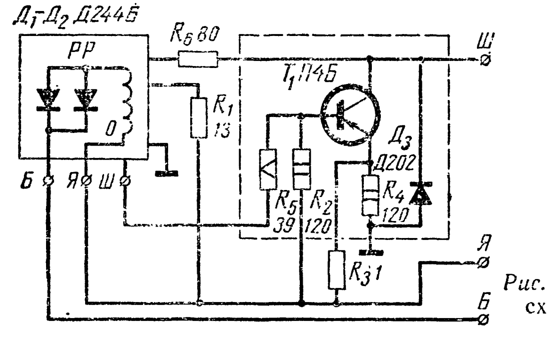


Рис. 2. Переделанная схема реле РР102

водействия пружины, оттягивающей якорь, контакты K_1 замкнутся и транзистор T_1 запрется. Ток в обмотке возбуждения *ОВ* уменьшится, а следовательно, уменьшится и напряжение, развиваемое генератором.

Функции реле обратного тока в контактно-транзисторных *РР* выполняют полупроводниковые диоды $Д_2$ и $Д_3$. Суммарный обратный ток таких диодов не превышает 20—30 *ма* и может не учитываться.

Контактно-транзисторные *РР* надежнее и долговечнее обычных контактных и имеют меньшие размеры. Обычное реле-регулятор можно переделать на контактно-транзисторное. Одна из переделанных схем наиболее распространенного реле РР102 приведена на рис. 2.

Для переделки необходимо снять крышку *РР* и реле обратного тока (левое). Один конец последовательной обмотки *О* реле напряжения (верхняя обмотка из толстого провода) остается свободным и к нему присоединяют положительные выводы диодов $Д_1$ и $Д_2$. Диоды необходимо установить на теплоотводе площадью не менее 75 *см²*, выполненном из листового алюминия толщиной 3—5 *мм*. Отрицательные выводы диодов соединяют с контактной стойкой вывода «Б» реле.

Затем на изолированной гетинаксовой или текстолитовой плате собирают часть схемы, обведенной пункти-

ром. Проволочные резисторы R_1 и R_3, которые расположены с внешней стороны реле, отсоединяют от сердечника реле напряжения и припаивают согласно схеме: резистор R_3 к эмиттеру транзистора T_1, а резистор R_1 к выводу «Я» реле. Вывод резистора R_6, присоединенный к выводу «Ш» реле, отсоединяют и припаивают к коллектору транзистора T_1. Сердечник реле напряжения соединяют с отрицательной щеткой генератора. Схема не нуждается в какой-либо дополнительной наладке или регулировке. В описываемом реле-регуляторе можно использовать диоды типа Д242А, Д243А, Д244А, Д231, Д231А, Д305. Резисторы R_2 и R_4 можно взять типа ВС, МЛТ; резистор R_5 следует взять типа ПЭ или ПЭВ; диод $Д_3$ — Д226.

Таблица

Тип реле-регулятора	Напряжение регулирования, *в*	Максимальный ток, *а*	Число диодов
РР20А РР102	12	16	2
РР24	12	18	2
РР111 РР130	12	28	3
РР101	12	32	3

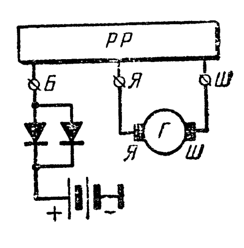


Рис. 3. Схема подключения диодов

Подобным образом можно переделать любое двухэлементное реле. Контактные реле можно усовершенствовать, увеличив их срок службы и надежность, а также обеспечить сохранность аккумулятора и генератора, если вместо реле обратного тока установить диоды. Максимальный ток и число диодов для различных типов реле-регуляторов указаны в таблице. Схема включения диодов приведена на рис. 3.

Диоды устанавливают на теплоотводе, как было описано выше. Такое несложное добавление стабилизирует напряжение бортовой сети автомобиля и сохраняет заряд аккумуляторов.

Бесконтактные реле-регуляторы

Схема одного из вариантов бесконтактного реле-регулятора изображена на рис. 4. Это регулятор напряже-

ния вибрационного типа. Частота пульсаций (60—100 *гц*) зависит от числа оборотов якоря генератора и элементов схемы. Диоды $Д_4$ и $Д_5$ типа Д305 выполяниют функции реле обратного тока.

В исходном состоянии, если напряжение генератора не превышает напряжения пробоя стабилитрона $Д_3$, то транзистор T_2 будет находиться в запертом состоянии,

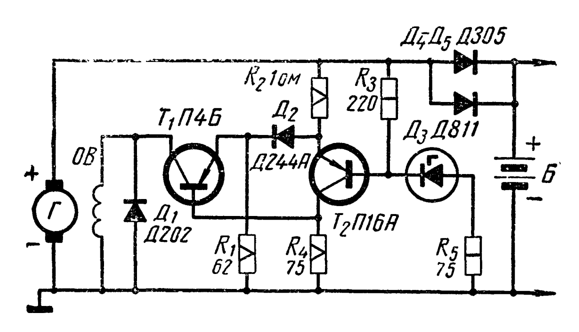


Рис. 4. Схема бесконтактного реле-регулятора

за счёт падения напряжения на резисторе R_2. Через резистор R_4 протекает ток базы транзистора T_1, который находится в состоянии насыщения, то есть отперт. Ток будет протекать по цепи: резистор R_2, диод $Д_2$, транзистор T_1, обмотка возбуждения *ОВ*.

Напряжение, развиваемое генератором при избыточном магнитном потоке обмотки возбуждения *ОВ* достигает такого значения, что вызывает пробой стабилитрона $Д_3$ (11,5 *в*). В результате этого базовый ток транзистора T_2 потечет по цепи: резистор R_2, переход эмиттер-база транзистора T_2, диод $Д_3$, резистор R_5. Транзистор T_2 отпирается и шунтирует базовую цепь транзистора T_1. Последний запирается, ток в обмотке возбуждения и ее магнитный поток уменьшаются, вследствие чего напряжение, развиваемое генератором, тоже уменьшается. Стабилитрон $Д_3$ запирается, и все устройство возвращается в исходное состояние. Затем процесс повторяется.

Диод $Д_2$ обеспечивает надежное запирание транзистора T_1 в момент насыщения транзистора T_2, так как падение напряжения на нем (около 0,3 *в*) определено током, протекающим через резисторы R_1, R_2. Резистор R_5 ограничивает ток после пробоя стабилитрона $Д_3$. Диод $Д_1$ предохраняет транзистор T_1 от пробоя в мо-

мент образования э. д. с. самоиндукции при запирании транзистора T_1. Резистор R_2 (из проволоки ПЭК) стабилизирует напряжение генератора при увеличении числа оборотов якоря.

Более совершенная схема регулятора напряжения приведена на рис. 5. Стабилитрон $Д_3$ определяет величину опорного напряжения, равного 8,5 *в*, которое подается на вход транзистора T_4. На вход транзистора T_3 подается напряжение с делителя R_4, R_5. В исходном со-

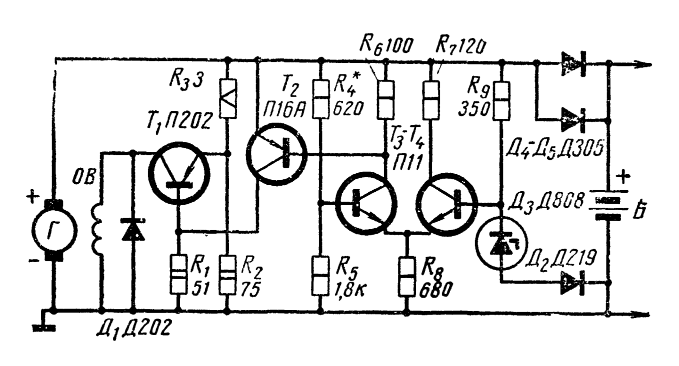


Рис. 5. Схема регулятора напряжения

стоянии, когда напряжение генератора меньше 12,8 *в*, напряжение на базе транзистора T_4 будет больше напряжения на базе транзистора T_3. В результате транзистор T_4 находится в отпертом состоянии, а транзистор T_3 — в запертом и напряжение на его коллекторе равно напряжению положительного вывода генератора. Соответственно напряжение эмиттер-база транзистора T_2 равно нулю, и он будет заперт. Транзистор T_1 в этом случае отперт. Через резистор R_1 протекает ток базы. По обмотке возбуждения *ОВ* протекает ток, создающий магнитный поток возбуждения. В результате напряжение генератора увеличивается.

Как только напряжение генератора превысит 12,8 *в*, напряжение на базе транзистора T_3 становится больше, чем напряжение на базе транзистора T_4, и транзистор T_3 отпирается. Потенциал его эмиттера становится выше потенциала базы транзистора T_4, который в результате этого запирается. Напряжение на коллекторе транзистора T_3 уменьшается, а следовательно, понижается

запирающий потенциал на базе транзистора T_2 и он отпирается, шунтируя базовую цепь транзистора T_1. В результате этого транзистор T_1 запирается.

Ток, протекающий через делитель R_2, R_3, создает на резисторе R_3 падение напряжения, которое удерживает транзистор T_1 в запертом состоянии. Ток, протекающий в обмотке возбуждения, уменьшается и напряжение генератора начинает также уменьшаться. Вследствие это-

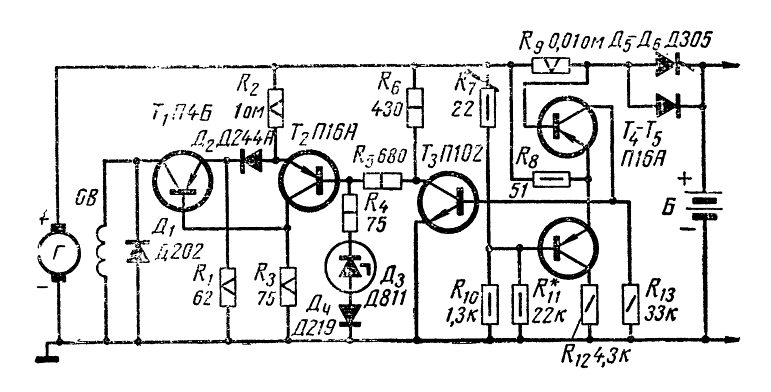


Рис. 6. Схема регулятора с ограничителем тока

го напряжение на базе транзистора T_3 становится меньше напряжения на базе транзистора T_4 и схема возвращается в исходное состояние.

Диод $Д_2$ является элементом температурной компенсации стабилитрона $Д_3$. Диод $Д_1$ предохраняет транзистор T_1 от пробоя в момент возникновения э. д. с. самоиндукции (т. е. при запирании транзистора).

К сожалению, обе приведенные схемы обладают тем недостатком, что не имеют элемента, ограничивающего величину тока потребления.

Схема регулятора, содержащего ограничитель тока, приведена на рис. 6. Ограничение величины тока нагрузки происходит следующим образом. Когда ток потребления не превышает 20 *а*, то падение напряжения на резисторе R_9 составит не более 0,2 *в*, вследствие этого плюс напряжения генератора приложен к базе транзистора T_4 и он будет заперт; транзистор T_5 в этот момент отперт. Напряжение коллектора транзистора T_4 соответствует потенциалу минусового вывода генера-

тора. Напряжение эмиттер-база транзистора T_3 равно нулю и он заперт. Остальная часть схемы работает так же, как и предыдущие.

Если величина тока превысит 20 *а*, то падение напряжения на резисторе R_9 станет больше падения напряжения на резисторе R_7 и транзистор T_4 отопрется, а транзистор T_5 запрется. Потенциал коллектора транзистора T_4, а, следовательно, базы транзистора T_3 повысится и последний отопрется. Цепочка R_5, R_4, $Д_3$, $Д_4$ будет шунтирована малым сопротивлением насыщенного транзистора T_3. Его коллекторный ток, протекая через резистор R_6, создает на нем падение напряжения, которое уменьшает положительный потенциал на базе транзистора T_2, и он, в свою очередь, отпирается, а транзистор T_1 запирается. Это приводит к уменьшению тока через обмотку *ОВ*. Магнитный поток возбуждения уменьшится и уменьшится ток, отдаваемый генератором.

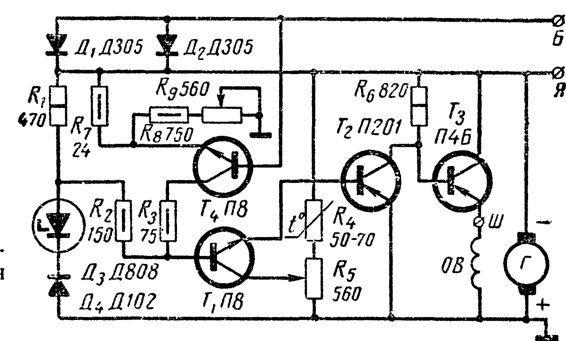


Рис. 7. Регулятор напряжения на четырех транзисторах

В данной схеме можно использовать резисторы типа ВС или МЛТ. Резистор R_9 наматывают из проволоки типа ПЭК диаметром 2 *мм*. Регулировка напряжения генератора осуществляется с помощью резистора R_2, а регулировка ограничителя тока — с помощью резистора R_{11}.

Регулятор напряжения, схема которого приведена на рис. 7, представляет собой усилитель постоянного тока, собранный на четырех транзисторах. В цепь эмиттера транзистора T_3 включена обмотка возбуждения генератора. Роль реле обратного тока выполняют два мощных диода $Д_1$ и $Д_2$. Стабилизацию режима работы усилителя

при изменении температуры окружающей среды осуществляет терморезистор R_4 типа МЛТ-10. Регулировка реле-регулятора производится переменным резистором R_5.

При повышении напряжения, развиваемого генератором, отрицательное напряжение на базе транзистора T_1 возрастает и он запирается, а ток через него уменьшается. Это приводит к увеличению отрицательного напряжения на базе транзистора T_2. При этом из-за увеличения тока в цепи коллектора транзистора T_2 увеличивается падение напряжения на резисторе R_6 и ток в цепи базы транзистора T_3 уменьшается. Это приводит к снижению отрицательного напряжения на базе транзистора T_3 и, следовательно, уменьшению тока, проходящего через транзистор T_3 и обмотку возбуждения *ОВ* генератора. Выходное напряжение генератора вследствие этого понижается и достигает номинального значения.

При уменьшении напряжения генератора все процессы в регуляторе протекают в обратном направлении и ток возбуждения генератора увеличивается.

Оптимальную величину выходного напряжения генератора устанавливают при помощи резистора R_5 при средних оборотах двигателя (1400—1800 *об/мин*). Зарядный ток исправной и полностью заряженной батареи аккумуляторов не превышает 2—4 *а*, что соответствует выходному напряжению генератора 13,2—13,6 *в*.

Такой регулятор работает плавно, безынерционно и стабильно. Его можно устанавливать с любым генератором, у которого ток шунтовой обмотки не превышает 2 *а* (в противном случае транзистор T_3 выбирают более мощным).

Ограничение максимального тока генератора осуществляется при помощи транзистора T_4, который изменяет напряжение на базе транзистора T_1 в зависимости от величины падения напряжения при прямом токе через диоды $Д_1$ и $Д_2$. Уровень ограничения устанавливают переменным резистором R_9.

Диоды $Д_1$ и $Д_2$ и транзистор T_3 устанавливают на теплоотводящем радиаторе, а остальные детали на плате из гетинакса.

В качестве транзисторов T_1 и T_4 можно применить П8, МП9А—МП11А, МП101—МП103В с коэффициентом В=30—40; транзисторы T_2 и T_3 должны иметь коэффи-

циент усиления $B=25$—35. Транзистор T_3 можно заменить на П209—П210, П213, П217 с $B=25$—35. Диоды $Д_1$ и $Д_2$ можно применить типа Д214А, Д215А, Д224А, Д244Б, Д305. Диод $Д_4$ можно использовать типа Д102—Д103А, Д206, Д220, Д223.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ НЧ НА ТРАНЗИСТОРАХ

Н. Зыков

Типовой высококачественный транзисторный усилитель низкой частоты можно разделить на четыре функционально независимых блока — предварительный и окончательный усилители, блок питания и акустическую систему (см. рис. 1). Эти блоки, помимо функционального разделения, могут иметь различное конструктивное исполнение в зависимости от назначения усилителя и его эксплуатационных особенностей.

Предварительный усилитель должен выполнять следующие функции:

1. Согласование выходных сопротивлений и уровней источника сигналов с входным сопротивлением и уровнями предварительного усилителя.
2. Коррекцию частотной характеристики источника сигналов.
3. Регулирование громкости и тембра.
4. Усиление сигналов звуковой частоты.

Согласно блок-схеме ко входу предварительного усилителя могут подключаться микрофон, магнитофонная головка, магнитный или пьезокерамический звукосниматель, линейный выход магнитофона и т. д. Эти источники характеризуются различными выходными уровнями и сопротивлениями. Минимальными уровнями выходных сигналов (0,1—5 *мв*) отличаются магнитные головки и микрофоны. Для электромагнитных и пьезокерамических звукоснимателей приемлема чувствительность усилителя по входу 25—100 *мв*.

К сожалению, большинство источников звуковых сигналов рассчитано для работы с ламповыми схемами

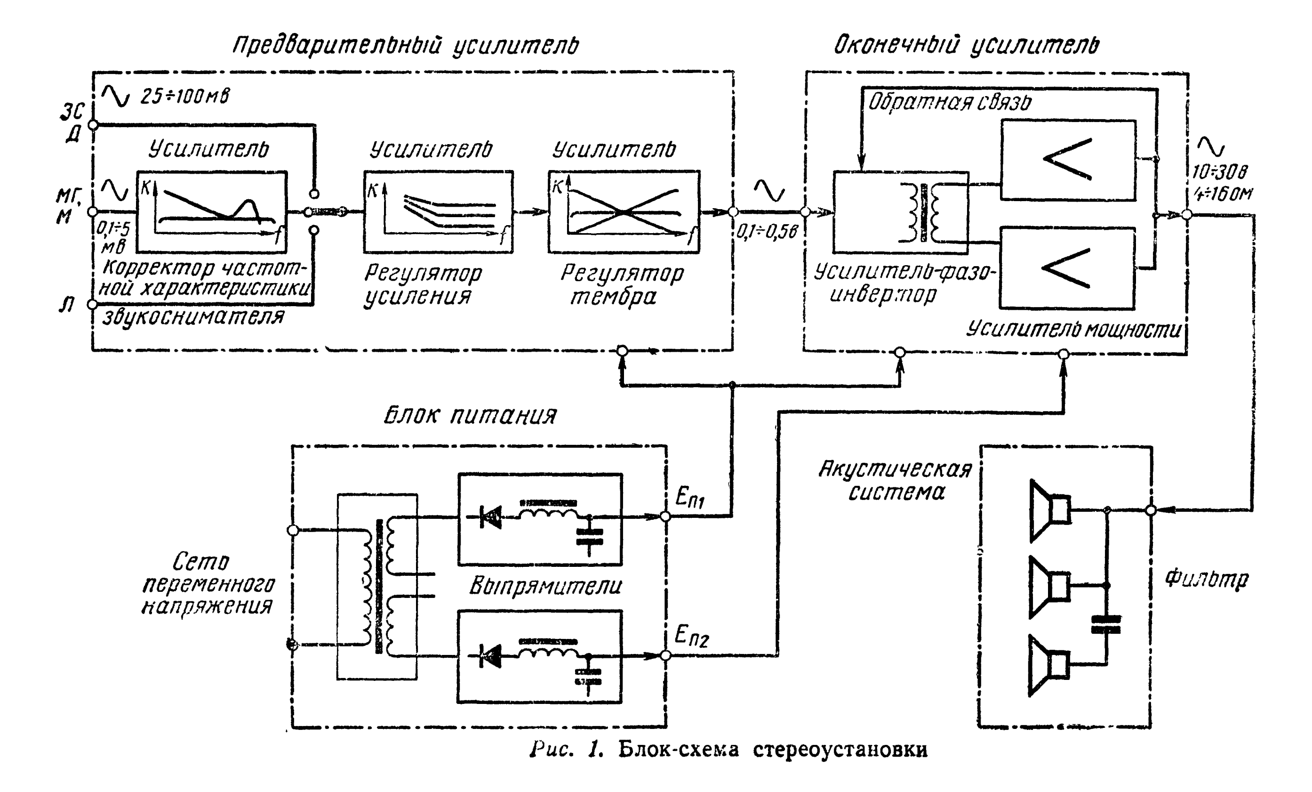


Рис. 1. Блок-схема стереоустановки

и отличается высоким внутренним сопротивлением 0,25—1,0 *Мом,* что заставляет принимать специальные меры для согласования с низкоомным входом транзисторного усилителя.

Коэффициент усиления по напряжению в транзисторных предварительных усилителях относительно невелик, так как чувствительность мощных оконечных усилителей на транзисторах составляет 200—500 *мв*. Часто предварительные усилители конструируют с некоторым запасом по усилению, что обеспечивает на выходе до 2—3 *в* эффективного напряжения при весьма малых искажениях порядка 0,2—0,3%.

С целью уменьшения паразитных связей по цепям питания, а также с целью уменьшения уровня шумов (фона), предварительные каскады усилителя питаются от отдельного, как правило, стабилизированного выпрямителя.

Выходные каскады предварительных усилителей

Обычные транзисторные каскады обладают сравнительно низким входным сопротивлением. Включение высокоомного источника сигналов в базовую цепь транзистора может привести к появлению значительных искажений и ухудшению частотной характеристики, поэтому необходимо принять меры для согласования с низкоомным входом усилителя.

В качестве простейшей меры используется относительно большое сопротивление, установленное последовательно с входом транзистора, как это сделано в радиоле «Эфир-М». На рис. 2 показана принципиальная схема входа радиолы «Эфир-М» с высокоомным согласующим делителем на резисторах R_1 и R_2. Ослабление входного сигнала компенсируется увеличением числа усилительных каскадов, что приводит к возрастанию шумов. Такой способ согласования неприемлем для высококачественных звукоусилительных установок.

Более целесообразно использовать на входе предварительного усилителя каскад, собранный по схеме с общим коллектором — эмиттерный повторитель, который не дает усиления по напряжению, но по сравнению с другими схемами отличается большим входным сопро-

тивлением. Следует помнить, что сопротивление коллекторного перехода $r_к$ накладывает принципиальное ограничение на величину входного сопротивления $R_{вх}$, максимальное значение которого не может превысить $R_{вх} \leqslant r_к$.

Так как $r_к$ у маломощных транзисторов обычно более 1 *Мом*, то вполне реально входное сопротивление эмиттерного повторителя может быть порядка 500—600 *ком*.

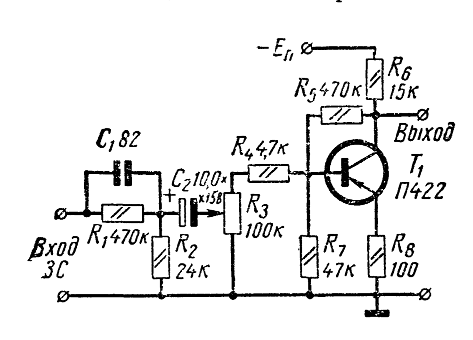


Рис. 2. Принципиальная схема входной цепи радиолы «Эфир М»

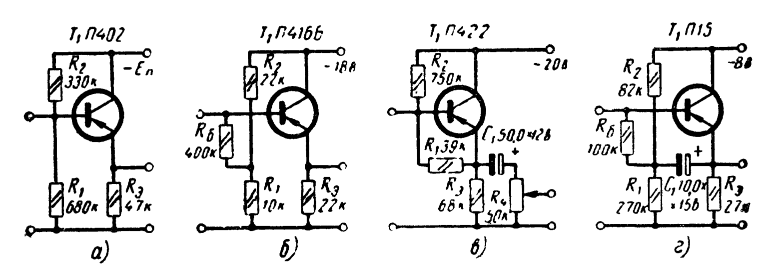
Последовательно рассмотрим и проанализируем схемы эмиттерных повторителей, приведенных на рис. 3.

Эмиттерный повторитель на рис. 3, *а* имеет типовую схему смещения, представляющую собой в ы с о к о о м н ы й д е л и т е л ь на резисторах R_1 и R_2. Входное сопротивление повторителя $R_{вх}$ в зависимости от B транзистора (при работе на каскад с входным сопротивлением $R'_{вх} = 50$ *ком*) лежит в пределах 200—220 *ком*. Коэффициент нестабильности каскада $S = 4—5$.

Вариант повторителя на рис. 3, *б* отличается тем, что напряжение смещения фиксируется н и з к о о м н ы м д е л и т е л е м R_1, R_2 и подается в базу транзистора через высокоомный резистор $R_б$. Его входное сопротивление и коэффициент нестабильности будут равны соответственно $R_{вх} = 220—300$ *ком*; $S = 19$ при сопротивлении нагрузки 20—25 *ком*.

В эмиттерном повторителе, приведенном на рис. 3, *в*, резистор R_1 подключен непосредственно к эмиттерному выводу транзистора. Так как потенциал эмиттера «повторяет» напряжение на базе транзистора, шунтирующее действие резистора R_1 мало. Его действующее значение будет приблизительно равно $R_1 = 0{,}8\ BR_1$. Вследствие того, что резистор R_1 включен непосредственно в эмиттер, температурная стабильность каскада очень мала.

Вариант повторителя на рис. 3, *г* совмещает в себе достоинства схем, приведенных на рис. 3, *б* и *в*. Смещение по постоянному току не отличается от варианта 3, *б*. По переменной составляющей резистор $R_б$ через конденсатор C_1 подключен к эмиттеру. Для сигналов звуковой частоты его действующее значение будет настолько велико, что можно пренебречь величиной $R_б$ при подсчете входного сопротивления каскада. Схема отли-



Рис, 3, а, б, в, г. Возможные варианты входных эмиттерных повторителей

чается большим входным сопротивлением $R_{вх}=500$ *ком* и хорошей температурной стабильностью $S=4{,}5—5$ при нагрузке $R'_{вх}=20—27$ *ком*.

Транзисторы, используемые в схеме с общим коллектором, должны иметь малую величину $I_{ко}$, не превышающую 0,5—1 *мка* при напряжении на коллекторе 10 *в*. Поэтому плоскостные маломощные германиевые транзисторы типа П13—П16 и другие следует отбирать по $I_{ко}$ с помощью чувствительного микроамперметра. Однако лучше использовать диффузионные транзисторы типа П416А—П416Б, П402 и т. д., отличающиеся малой величиной $I_{ко}$. Это позволяет исключить разбраковку транзисторов, тем более, что диффузионные транзисторы отличаются меньшими шумами, чем плоскостные.

Регуляторы тембра

Как и в ламповых схемах, регуляторы тембра по принципу действия можно разделить на три основных вида: регуляторы на частотно-зависимых делителях (I типа), регуляторы, использующие частотно-зависи-

мую отрицательную обратную связь (II типа), и регуляторы смешанного типа, использующие как частотно-зависимые делители, так и частотно-зависимую отрицательную обратную связь одновременно.

При конструировании предварительных усилителей с регуляторами тембра должно учитываться изменение нагрузочных параметров транзисторных каскадов. Это объясняется тем, что пределы регулирования тембра

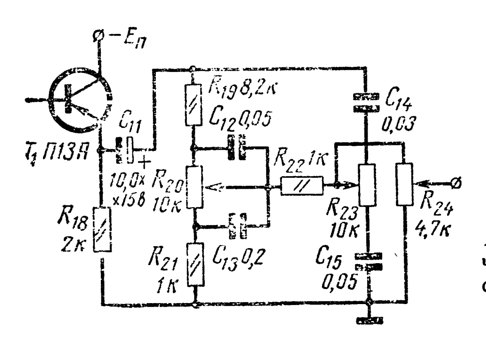


Рис. 4. Схема частотно - зависимого регулятора тембра

в большинстве случаев составляют 15—20 *дб*, что соответствует изменению нагрузочных характеристик транзистора приблизительно в 10 раз.

Каскад усилителя, работающий на регулятор, должен иметь малое выходное сопротивление. Для того, чтобы изменения нагрузки, которую представляет регулятор тембра, не оказывали существенного влияния на работу усилителя, его выходное сопротивление должно быть в 3—10 раз меньше, чем минимальное значение полного сопротивления регулятора.

Входное сопротивление последующего каскада шунтирует частотно-зависимые цепи регулятора тембра, построенного на частотно-зависимых делителях напряжения. Если входное сопротивление мало, то уменьшаются пределы регулирования и коэффициент передачи. Чтобы ослабить это воздействие, входное сопротивление последующего каскада должно быть в 2—5 раз больше величины сопротивления переменного резистора.

Так как транзисторные усилительные каскады отличаются невысоким входным сопротивлением, то это обстоятельство часто используется в регуляторах тембра, построенных на частотно-зависимых делителях тока

(шунтах). Тогда входное сопротивление последующего каскада может быть малым.

На рис. 4 показана схема регулятора, в котором регулировка тембра осуществляется с помощью частотнозависимых делителей тока. (Схема регулятора предложена радиолюбителем П. Кузиным). Регулирование низких частот производится переменным резистором R_{20}, высоких частот — резистором R_{23}. Верхнему по

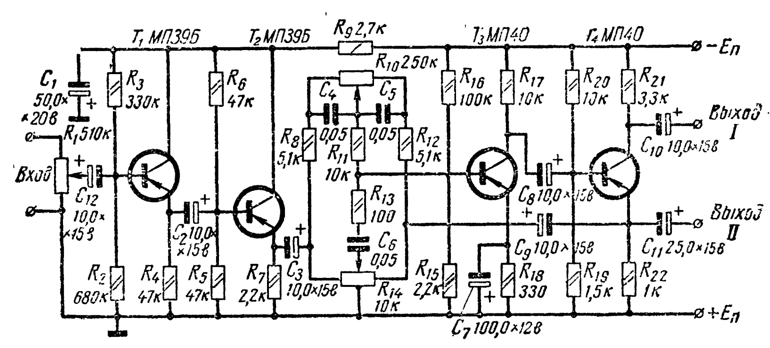


Рис. 5. Схема регулятора тембра с частотно-зависимой обратной связью

схеме положению движков переменных резисторов соответствует подъем характеристики на крайних частотах, нижнему положению — завал характеристики.

Регулятор тембра, использующий частотно-зависимую отрицательную обратную связь, показан на рис. 5. Цепь регулятора тембра подключается к выходу эмиттерного повторителя T_2. Напряжение частотно-зависимой отрицательной обратной связи снимается с эмиттера последнего транзистора. Регулирование низких частот производится переменным резистором R_{10}, верхних частот — переменным резистором R_{14} с отводом от середины. Пределы регулирования тембра — 20 *дб*. Нелинейные искажения на выходе предварительного усилителя не превышают 0,3% при 2 *в* эффективного значения выходного сигнала.

Интересной особенностью входных каскадов предусилителя является последовательное включение эмиттерных повторителей, что увеличивает стабильность каскадов по постоянному току. В этих каскадах можно использовать диффузионные транзисторы П401, П416

с коэффициентом усиления 20—50. Общий коэффициент усиления предварительного усилителя невелик и определяется в основном последним каскадом.

Схема комбинированного регулятора тембра приведена на рис. 6, а его частотная характеристика на рис. 7.

Если движки регуляторов тембра R_7 и R_9 находятся в верхнем по схеме положении, то ослабляются как

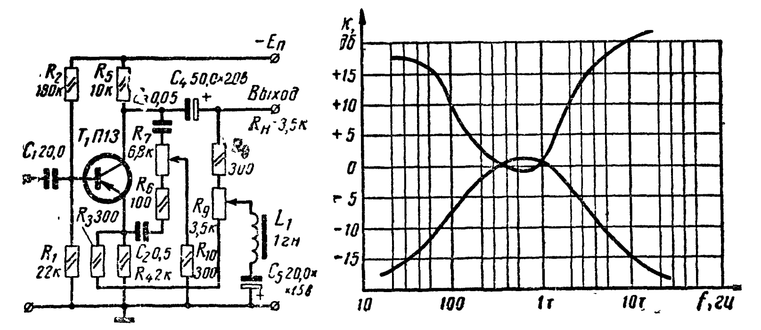


Рис. 6 Схема комбинированного регулятора тембра

Рис. 7. Частотная характеристика комбинированного регулятора тембра

нижние, так и верхние звуковые частоты (вследствие шунтирования коллекторной нагрузки). При нижнем положении движков осуществляется подъем крайних частот, так как уменьшается глубина отрицательной обратной связи по току.

В качестве дросселя L_1 можно использовать первичную обмотку выходного трансформатора (имеющегося в продаже) от любого карманного приемника.

Сравнивая схемы выше приведенных регуляторов тембра, можно отдать предпочтение регуляторам, использующим частотно-зависимую отрицательную обратную связь, так как они характеризуются меньшими нелинейными искажениями по сравнению с регуляторами I типа.

Регуляторы громкости

Регулирование громкости может быть осуществлено в любом из каскадов предварительного усилителя. При установке регуляторов громкости между каскадами или на выходе предварительного усилителя следует исполь-

зовать низкоомные переменные резисторы (см. рис. 3, *в* и 4). Регуляторы на входе предусилителя должны иметь высокое сопротивление (см. рис. 5).

Иногда используется такое включение регулятора громкости, как это показано на рис. 2. Эта схема неудачна, так как по мере уменьшения громкости увеличиваются искажения на низких частотах.

Учитывая особенности человеческого слуха, в высококачественных усилителях низкой частоты рекомендуется использовать компенсированные регуляторы громкости. При этом, как правило, компенсация осуществляется только в области низких частот.

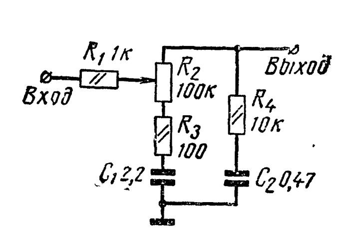


Рис. 8. Схема компенсированного регулятора громкости

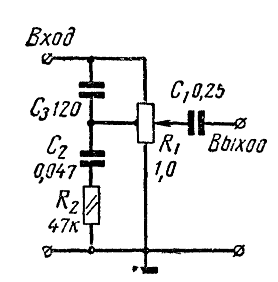


Рис. 9. Типовая схема компенсированного регулятора громкости

Если принять уровень громкости звука 80 *дб* за максимальный (громкость оркестра), а уровень 40 *дб* — за минимальный (уровень на 15—20 *дб* превышающий шумы жилого помещения), то компенсация громкости на частоте 30 *гц* должна составлять около 30 *дб*. Такую компенсацию невозможно осуществить с помощью регулятора тембра, пределы регулировки которого не превышают 20 *дб*.

Полную компенсацию можно осуществить при помощи регулятора громкости, показанного на рис. 8. Эта схема представляет собой двухступенчатый частотно-зависимый делитель. Степень подъема низких частот составляет 30 *дб* на уровне громкости 40 *дб*. Источник звука должен иметь выходное сопротивление 100—200 *ом*, нагрузка должна быть высокоомная — не менее 200 *ком*.

Если входное сопротивление предварительного усилителя достаточно велико и составляет 450—600 *ком*, можно использовать типовую схему компенсированного регулятора громкости, приведенную на рис. 9.

Усилитель напряжения

В предварительных усилителях, в основном, получили применение каскады, собранные по схеме с общим эмиттером. Предлагаются две схемы предварительных усилителей, предназначенных для высококачественных установок звуковоспроизведения.

Первый каскад обоих усилителей (рис. 10 и 11) собран по схеме с общим коллектором и характеризуется высоким входным сопротивлением, которое позволяет подключать ко входу усилителя пьезокерамический звукосниматель, выход лампового детектора и линейный выход магнитофона. Второй каскад собран по схеме с общим эмиттером. Гальваническая связь между первым и вторым каскадами усилителя улучшает частотную характеристику и упрощает схему. Третий и четвертый каскады идентичны двум первым, но отличаются от них коэффициентом усиления. Усиление каскада на транзисторе T_2 равно 3, усиление оконечной ступени — 15—20.

В обоих вариантах предварительного усилителя на регулятор тембра работает каскад с низкоомным выходом, а вход следующего каскада — высокоомный.

Регулятор тембра, показанный на рис. 10, построен на частотно-зависимых делителях напряжения. С помощью переменного резистора R_{11} осуществляется регулирование характеристики в области верхних частот. В верхнем по схеме положении движка переменного резистора производится подъем характеристики в области верхних частот, в нижнем положении — завал характеристики.

С помощью переменного резистора R_{12} регулируют характеристику в области низких звуковых частот. В верхнем по схеме положении движка резистора происходит подъем частотной характеристики, в нижнем положении — завал.

С целью уменьшения уровня фона и развязки по

цепи питания в предусилителе использован очень простой стабилизатор напряжения на транзисторе T_5 и стабилитронах $Д_1$, $Д_2$. При изменениях питающего напряжения от 20 до 30 *в* напряжение на эмиттере транзистора T_5 практически остается неизменным.

Параметры усилителя (рис. 10).

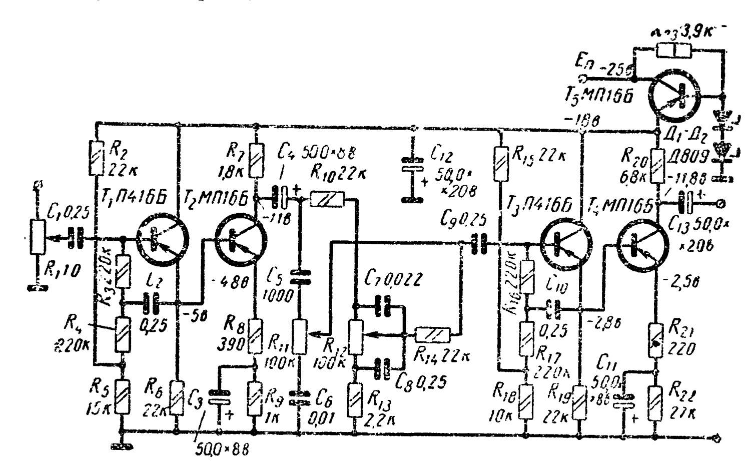


Рис. 10. Схема первого варианта усилителя

Потребляемый ток составляет 7,5 *ма*. Напряжение питания — 25 *в*±2 *в*. Коэффициент усиления на частоте 1 *кгц* равен 5 (при $R_н$=10 *ком*). Входное сопротивление усилителя составляет 470 *ком*. Чувствительность по входу — 50 *мв*. Максимальное эффективное значение выходного сигнала — 2 *в*. Коэффициент нелинейных искажений составляет 0,5%. Пределы регулирования частотной характеристики — 16 *дб*. Уровень шумов — 55 *дб*. Неравномерность частотной характеристики в диапазоне частот от 20 до 50 000 *гц* составляет 2,5 *дб*, в диапазоне частот от 20—20 000 *гц* — 0,5 *дб*.

Регулятор тембра, представленный на рис. 11, выполнен с использованием частотно-зависимой отрицательной обратной связи, которая снимается с коллектора T_4, и через цепи регулирования подается в базу эмиттерного повторителя на транзисторе T_3.

Регулирование высоких частот осуществляется переменным резистором R_{14}, низших частот — резистором

R_{11}. В обоих случаях при левом по схеме положении движка переменных резисторов R_{11} и R_{14} обеспечивается подъем частотной характеристики на высоких и низких частотах. При правом положении движков частотно-зависимая отрицательная обратная связь максимальна, происходит завал характеристики по краям диапазона.

Параметры усилителя (рис. 11).

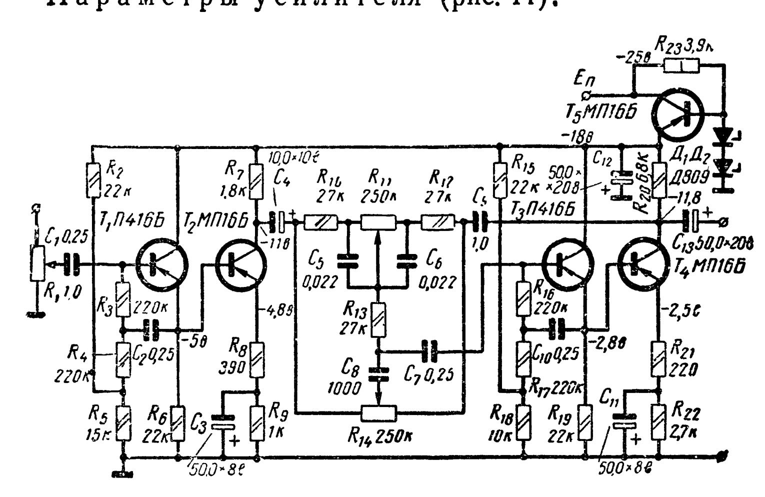


Рис. 11. Схема второго варианта усилителя

Коэффициент усиления при нагрузке на выходе 8,2 *ком* равен *3*. Коэффициент нелинейных искажений составляет 0,2%. Максимальное эффективное значение выходного сигнала — 2,5 *в*. Остальные параметры такие же, как и у предыдущего усилителя.

Конструкция, монтаж и налаживание предварительного усилителя

Корпус усилителя (рис. 12) — металлический, выполнен из любого листового металла толщиной 0,5—1 *мм*. Его размеры 90×175×50 *мм*.

Электрический монтаж усилителя производится на плате из текстолита или гетинакса размерами 170×85×2 *мм*. Следует иметь в виду, что размеры предусилителя можно значительно уменьшить, если использовать

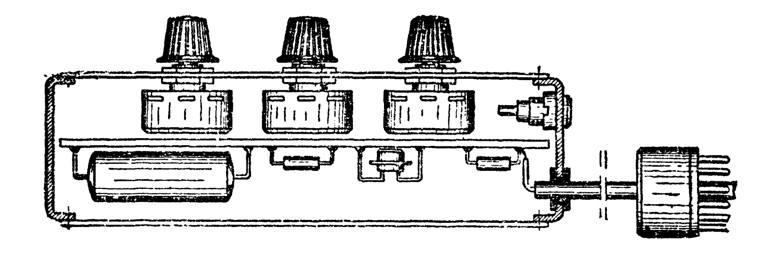




Рис. 12. Внешний вид и размещение деталей в корпусе усилителя

Рис. 13. Монтажная схема первого варианта усилителя

малогабаритные детали и более рациональный монтаж. Электромонтажные схемы двух вариантов предварительного усилителя представлены на рис. 13 и 14. Монтаж усилителя можно производить как на пистонах, так и на штырьках.

Все резисторы, за исключением переменных, типа МЛТ-0,5. Конденсаторы C_1, C_2, C_5, C_{10} бумажные малогабаритные типа МБМ. Конденсаторы электролитиче-

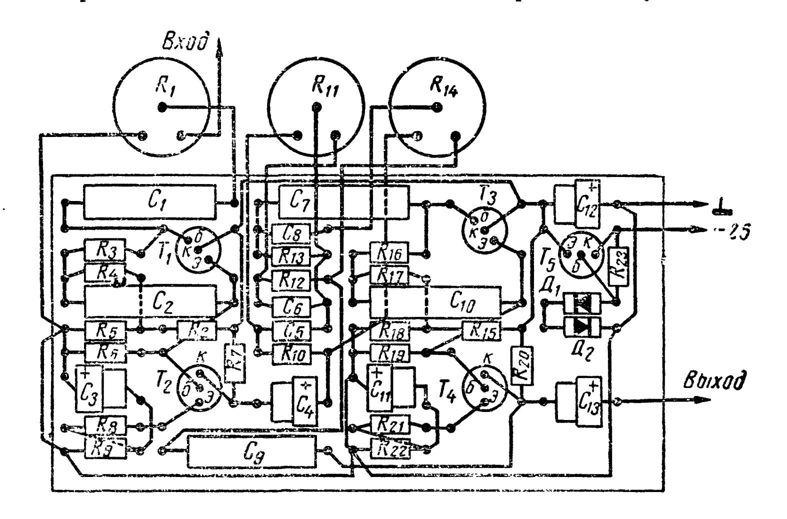


Рис. 14. Монтажная схема второго варианта усилителя

ские могут быть любого типа с рабочими напряжениями не менее указанных на принципиальной схеме.

Кремниевые стабилитроны могут применяться и других типов. При этом суммарное напряжение стабилизации должно составлять 17—19 *в*. С целью упрощения усилителя можно исключить схему стабилизации и поставить резистор типа МЛТ. Его величину легко подсчитать по формуле:

$$R = \frac{E_п - 18}{I} = \frac{E_п - 18}{7{,}5}, \ (ком).$$

Налаживание усилителя сводится к проверке правильности монтажа и режимов транзисторов в соответствии с величинами, указанными в специальных схемах.

Связь с оконечным усилителем осуществляется трехпроводным экранированным кабелем длиной до 4—6 *м*, благодаря чему предварительный усилитель можно использовать для дистанционного управления работой всей звуковоспроизводящей установки.

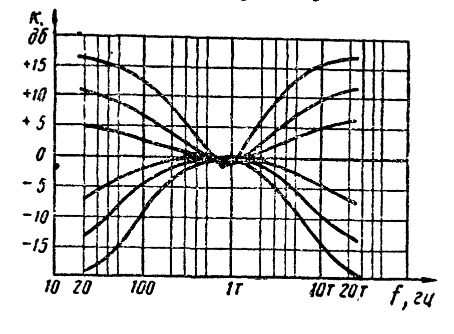


Рис. 15. Частотная характеристика первого варианта усилителя

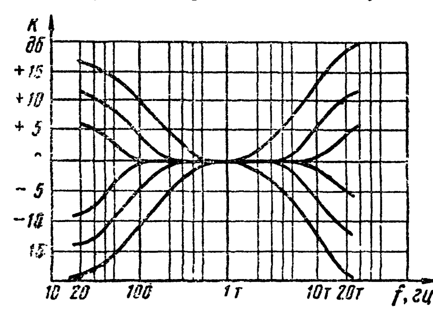


Рис. 16. Частотная характеристика второго варианта усилителя

Частотные характеристики усилителей с регуляторами тембров имеют вид, представленный на рис. 15 и 16 соответственно.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ БЛОКА СТРОЧНОЙ РАЗВЕРТКИ

Е. Михайлов

Рассмотрим три способа повышения надежности блока строчной развертки.

К первому способу относятся мероприятия, не требующие переделки выходного строчного автотрансформатора и отклоняющей системы.

Ко второму способу принадлежат мероприятия, направленные на облегчение теплового режима радиоламп и узлов блока строчной развертки.

К третьему способу относятся мероприятия, связанные с изменением конструкции параметров катушек и магнитных свойств сердечников ТВС и отклоняющей системы.

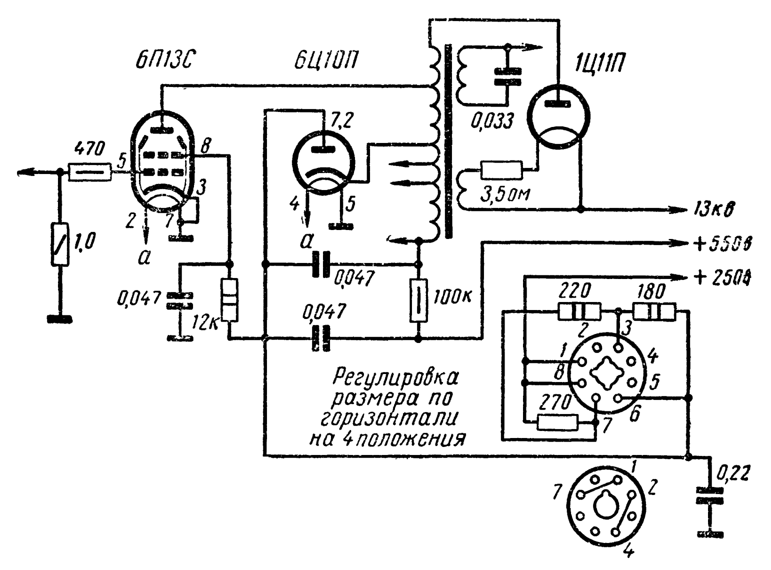


Рис. 1. Выходной каскад строчной развертки

Рассмотрим более подробно некоторые из этих способов.

Применение анодно-экранной регулировки размера по строкам обеспечивает значительное облегчение электрического и температурного режимов выходного каскада строчной развертки.

Наиболее рациональным способом регулирования размера по горизонтали с точки зрения повышения надежности работы элементов выходного каскада строчной развертки является изменение напряжения в анодно-экранной цепи лампы 6П13С, а следовательно — изменение величины сопротивления этой цепи.

Изменение величины сопротивления анодно-экранной

цепи возможно производить либо переменным проволочным резистором, либо ступенчато, путем использования переключателя диапазонного типа. Первый из этих способов недостаточно надежен, так как обмотка резистора может обгорать, а второй способ экономически менее выгоден. Поэтому в унифицированном телевизоре «Рекорд-64» изменение величины сопротивления в анодно-экранной цепи было предложено осуществлять с помощью колодки, аналогичной колодке переключения напряжения сети (рис. 1).

▼▼▼

При обследовании высоковольтных кенотронов 1Ц11П в ряде телевизоров в процессе их эксплуатации в течение одного-двух лет было замечено, что у нитей

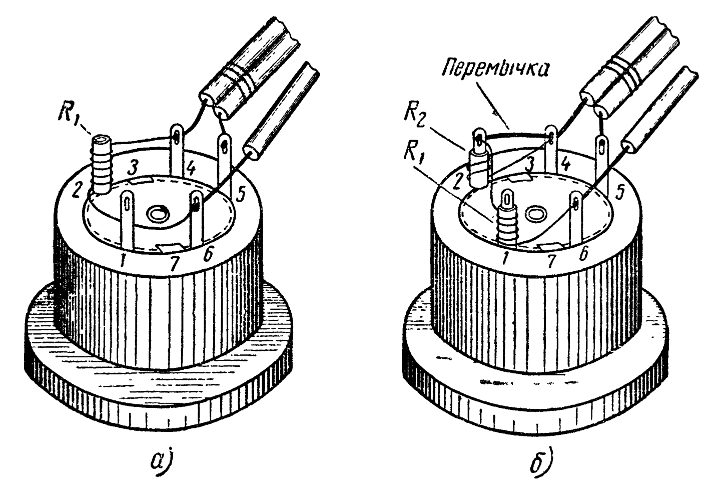


Рис. 2. Заводское выполнение ламповой панели в ТВС *(а)*; предлагаемое выполнение ламповой панели в ТВС (наличие дополнительного сопротивления R_2) *(б)*

накала кенотронов постепенно появляется характерный прогиб и при этом значительно уменьшается эмиссионная способность катода. Оказалось, что у этих кенотронов величина напряжения накала, как правило, была выше допустимой. Статистические сведения о количестве отказов кенотронов 1Ц11П в телевизорах «Ре-

корд-12» также подтверждают значительное влияние превышения величины напряжения накала на их надежность. Для повышения надежности телевизора необходимо снижать напряжение накала кенотрона установкой добавочного резистора. Для этого к существующему добавочному резистору (3,5 *ом* в ТВС-А и 4,5 *ом* в ТВС-В) в цепи накала может быть добавлен дополнительный резистор сопротивлением порядка 0,7 *ом* в ТВС-А в 1,0 *ом* в ТВС-В (рис. 2). Это сопротивление R_2 включается последовательно с основным сопротивлением R_1.

Если напряжение накала у кенотрона будет выше нормы, включают оба резистора, если оно не будет превышать нормального значения больше, чем на 5—10%, добавочный резистор R_2 замыкают перемычкой.

▼▼▼

Сравнительный анализ статистических данных по отказам кенотронов типа 1Ц11П и 3Ц18П показал, что процент отказов кенотрона 1Ц11П в 2,0—2,5 раза выше, чем 3Ц18П. В основном это объясняется тем, что первый из них имеет нить прямого накала, а второй — косвенного.

Для замены кенотрона 1Ц11П на 3Ц18П следует в ТВС-А обмотку накала кенотрона выполнять из двух витков, вместо одного и, кроме того, не ставить добавочного резистора, а в ТВС-Б следует добавочный резистор сохранить.

▼▼▼

В телевизорах разных моделей применяются различные способы защиты лампы выходного каскада строчной развертки от ее перегрузки при отсутствии управляющего напряжения.

Рассмотрим некоторые из них (рис. 3).

Хорошие результаты дает применение автоматического смещения в катоде выходной лампы, однако этот способ обеспечивает неполную защиту (рис. 3, *а*). Лучшие результаты можно получить, использовав явление исчезновения напряжения «подпитки» при отсутствии

пилообразного напряжения на управляющей сетке выходной лампы строчной развертки (рис. 3 *б*). Этот способ обеспечивает полную защиту, но обладает существенным недостатком, который заключается в том, что необходимо наличие выпрямителя с напряжением порядка 40—60 *в*.

И, наконец, для защиты лампы выходного каскада строчной развертки можно использовать явление самовозбуждения в выходном каскаде (которое может возникнуть при определенных условиях) в случае исчезновения пилообразного напряжения на управляющей сетке выходной лампы (рис. 3, *в*). Этот способ обеспечивает неполную защиту и по эффективности близок к элементарному способу использования автоматического смещения в катоде выходной лампы.

Использование предохранителя, включенного в цепь катода выходной лампы и перегорающего при перегрузке лампы, в случае исчезновения пилообразного напряжения на ее управляющей сетке не повышает надежность работы каскада, т. к. плавкие предохранители оставались целыми при перегрузках и плавились во время нормальной работы (рис. 3, *г*). Это объясняется существенным разбросом величины тока плавления предохранителей, а также разбросом параметров выходных строчных ламп (по катодному току) и изменением напряжения питания.

Хорошие результаты можно получить, применив нелинейное сопротивление — варистор, включенный между экранирующей сеткой и катодом выходной лампы (рис. 3, *д*). Этот способ обеспечивает полную защиту.

Применение фиксированного отрицательного смещения (рис. 3, *е*) в цепи управляющей сетки выходной строчной лампы обеспечивает неполную защиту и является самым распространенным в выпускаемых в настоящее время отечественных телевизионных приемниках.

Применение защиты, выполненной по любому из перечисленных способов, приводит к снижению интенсивности отказов блока строчной развертки.

▼▼▼

В настоящее время в большинстве выпускаемых телевизоров коэффициент нагрузки лампы 6Ц10П по им-

Рис. 3. Способы защиты выходного каскада строчной развертки: применение автоматического смещения *(а)*; использование явления исчезновения напряжения «подпитки» *(б)*; использование явления самовозбуждения *(в)*; применение предохранителя *(г)*; включение нелинейного сопротивления — варистора *(д)*; применение фиксированного отрицательного смещения *(е)*

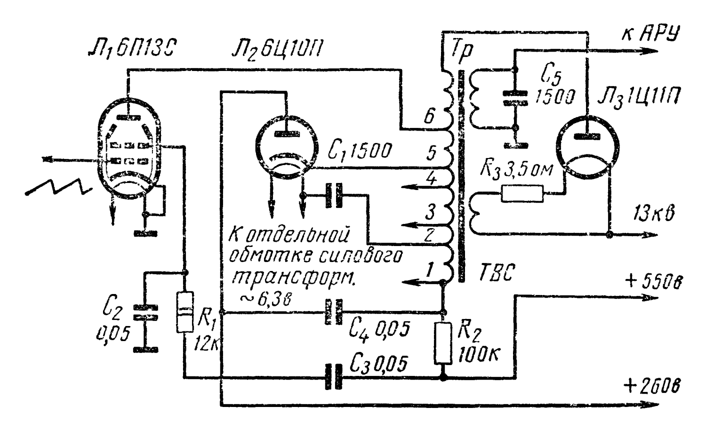


Рис. 4. Питание нити накала демпфера от отдельной обмотки с подачей импульсного напряжения с выходного строчного трансформатора

пульсному напряжению между катодом и нитью накала близок к единице, а в отдельных случаях превышает его. При этом очень часто происходит пробой между катодом и подогревателем.

В целях облегчения режима схема оконечного каскада строчной развертки несколько изменена (рис. 4), что привело к уменьшению напряжения между катодом и подогревателем. Напряжение накала теперь подается на лампу 6Ц10П от отдельной обмотки на силовом трансформаторе. В цепь накала через конденсатор подается импульсное напряжение с одного из выводов обмотки строчного трансформатора (например, со 2-го).

▼▼▼

Вертикальное расположение ламп 6П13С и 6Ц10П позволяет снизить температуру нагрева баллона на 10—12° С за счет лучших условий охлаждения по сравнению с горизонтальным положением названных ламп.

Применение теплоотвода (рис. 5) позволяет еще более снизить температуру баллона. Так, например, изменение положения ламп 6П13С и 6Ц10П с горизонтального на вертикальное дает снижение температуры баллона лампы в точке максимального нагрева: для первой лампы на 12° С, для второй — на 23° С. Средняя температура баллона ламп остается приблизительно одинаковой.



Рис. 5. Выходная строчная лампа с теплоотводом

При вертикальном положении лампы 6П13С применение цилиндрического теплоотвода, надеваемого на ее цоколь, дает снижение температуры: в точке максимального нагрева баллона на 6° С, в среднем по всему баллону на 10° С, цоколя — на 50° С.

Изменение широко распространенного горизонтального положения лампы 6П13С и 6Ц10П на вертикальное с одновременным применением теплоотвода, надеваемого на цоколь лампы, целесообразно, так как оно может дать снижение температуры не только в точке максимального нагрева, но и в среднем по всему баллону.

Такое снижение температуры баллона приведет к уменьшению интенсивности отказов этих ламп в эксплуатации. Фактически интенсивность отказов может снизиться еще больше, если учесть уменьшение вероятности междуэлектродных замыканий за счет более благоприятного вертикального расположения ламп. Следует заметить, что уменьшение температуры цоколя лампы 6П13С за счет применения теплоотвода способствует увеличению ее долговечности.

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯРНОСТИ ОБМОТОК

И. Скосырев,
И. Трапезов

При производстве монтажа радиотехнической или электрической аппаратуры, а также при наладочных работах решающее значение имеет правильный выбор полярности обмоток, т. е. определение начала или конца обмоток трансформаторов, магнитных усилителей, электрических машин и электромагнитных реле.

Часто маркировка полярности обмоток отсутствует или правильность ее вызывает сомнение, а определение начала и конца обмотки отнимает много времени.

В связи с этим был разработан и изготовлен удобный в эксплуатации прибор для определения полярности выводов обмоток, одновременно позволяющий определять целость обмоток.

Внешний вид прибора представлен на рис. 1, а на рис. 2 — его блок-схема.

Рассмотрим принцип работы прибора. К исследуемой обмотке *1* трансформатора, магнитного усилителя

и т. д. подводится напряжение от генератора звуковой частоты *3*, предварительно усиленное усилителем *2*.

С другой обмотки исследуемого устройства снимается напряжение и подается на усилитель *4*, с которого далее поступает на фазочувствительный индикатор *5*.

Рис. 1. Внешний вид прибора

Кроме того, на фазочувствительный индикатор *5* подается напряжение от генератора звуковой частоты *3*. Фазочувствительный индикатор настроен так, что при совпадении выходного напряжения усилителя *2* и выходного напряжения усилителя *4* по фазе загорается верхняя лампа *6*; при противоположных фазах этих напряжений загорается нижняя лампа *6*.

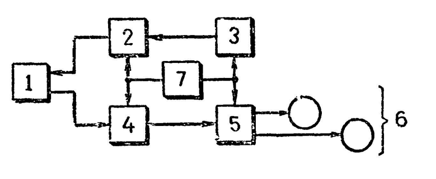


Рис. 2. Блок-схема прибора

Если условиться, что верхняя «зеленая» лампа горит в случае соответствия полярностей первичной и вторичной обмоток исследуемого аппарата, а нижняя «красная» лампа горит в случае несоответствия, то определение полярности не представляет труда.

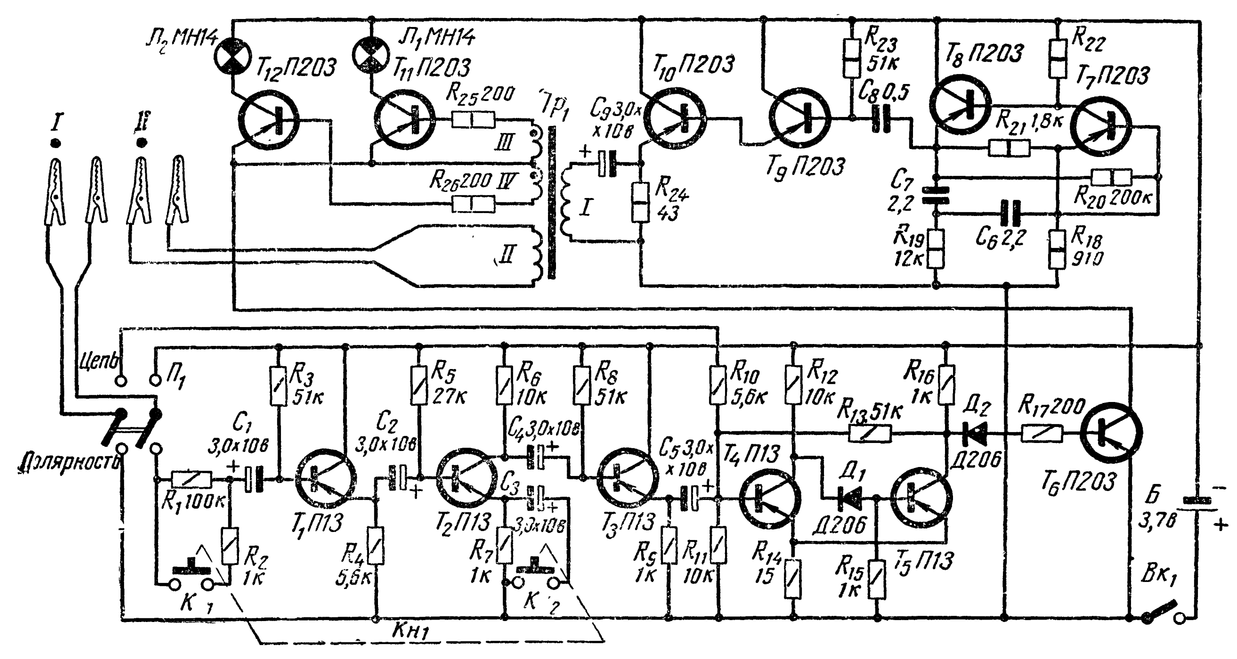


Рис. 3. Принципиальная схема

Рассмотрим работу прибора по принципиальной схеме (рис. 3). Генератор звуковой частоты выполнен по RC — схеме на транзисторах T_7 и T_8.

Для получения синусоидальной формы выходного напряжения необходимо правильно выбрать глубину положительной обратной связи, т. е. величину сопротивления резистора R_{21}. Выходная мощность генератора недостаточна для нормальной работы прибора и поэтому потребовался дополнительный усилитель, который собран на транзисторах T_9 и T_{10}. Выходной сигнал с задающего генератора через разделительный конденсатор C_8 поступает на вход усилителя (транзистор T_9). Усиленный по току сигнал снимается с эмиттера T_{10} и через разделительный конденсатор C_9 подводится к первичной обмотке трансформатора Tp_1, который имеет три вторичных обмотки.

Две вторичные обмотки *III* и *IV* используются для работы фазочувствительного устройства, а обмотка *II* служит источником напряжения, подводимого к исследуемой обмотке. Напряжение, снимаемое со вторичной обмотки исследуемого аппарата, подается на вход усилителя напряжения, выполненного на транзисторах T_1—T_5. Первый каскад этого усилителя (T_1) является эмиттерным повторителем, служащим для получения большого входного сопротивления. Переменное напряжение со вторичной обмотки исследуемого аппарата попадает на его вход через добавочный резистор R_1 и разделительный конденсатор C_1, этот резистор в случае слабых сигналов на входе усилителя шунтируется небольшим сопротивлением R_2, включаемым кнопкой $Kн_1$ (контакты K_1).

С эмиттера транзистора T_1 сигнал через разделительный конденсатор C_2 поступает на вход второго каскада усилителя. Коэффициент усиления этого каскада в зависимости от величины входного сигнала можно увеличить, шунтируя резистор R_7 конденсатором C_3, нейтрализуя тем самым напряжение отрицательной обратной связи, образующееся на этом резисторе. Замыкание обоих контактов кнопки происходит одновременно.

С выхода второго усилительного каскада сигнал через разделительный конденсатор C_4 поступает на вход эмиттерного повторителя (транзистор T_3), который служит для согласования выходного сопротивления усили-

теля на транзисторе T_2 и входного сопротивления полупроводникового реле (триггера Шмитта), выполненного на транзисторах T_4 и T_5.

Полупроводниковое реле позволяет получить четкие прямоугольные импульсы напряжения, служащие для управления фазочувствительным устройством. Реле представляет собой усилитель постоянного тока с положительными обратными связями, полученными при помощи резистора R_{14}, включенного в цепь эмиттера T_4, T_5 и резистора R_{13}, включенного между коллектором T_5 и базой T_4.

Прямая связь между коллектором T_4 и базой T_5 осуществляется через кремниевый диод $Д_1$, выполняющий роль нелинейного сопротивления, в результате чего при открытом транзисторе T_4 наблюдается полное запирание транзистора T_5.

С выхода полупроводникового реле (коллектор T_5) сигнал поступает на вход транзистора T_6 фазочувствительного индикатора через ограничивающий резистор R_{17} и кремниевый диод $Д_2$, выполняющий роль нелинейного сопротивления. Фазочувствительный индикатор состоит из транзисторов T_{11}, T_{12}, в коллекторные цепи которых включены индикаторные лампочки $Л_1$ и $Л_2$. Управляющее напряжение на переходы база-эмиттер транзисторов T_{11} и T_{12} подается с обмоток *III* и *IV* трансформатора $Тр_1$, включенных противофазно, через ограничивающие резисторы R_{25} и R_{26}.

Рассмотрим работу фазочувствительного устройства по диаграмме, приведенной на рис. 4 (*а*, *б*).

На диаграмме (рис. 4, *а*) представлены напряжение звукового генератора $U_{зг}$ (тоже напряжение на исследуемой обмотке U_1); ток управления транзистором T_{11} — $I_{у\,11}$; ток управления транзистором T_{12}—I_{12} ; напряжение на вторичной обмотке исследуемого аппарата U_2; ток управления транзистором T_6 — $I_{у6}$; ток индикаторной лампочки $Л_1$ — $I_{л1}$; ток индикаторной лампочки $Л_2$—$I_{л2}$.

Как видно из диаграммы (рис. 4, *а*), при указанных фазах напряжений U_1 и U_2 горит индикаторная лампочка $Л_1$, а $Л_2$ не горит. Это состояние будем считать соответствует нормальным полярностям обмоток.

В случае же обратной полярности обмоток исследуемого аппарата горит пампа $Л_2$, что видно из диаграммы, представленной на рис. 4, *б*.

Источником питания прибора служит батарея карманного фонаря типа КБС-Л — 0,5 напряжением в 3,7 *в*, подключение которой осуществляется лишь в момент измерения при помощи выключателя $Bк_1$.

Прежде чем приступить к налаживанию прибора, нужно быть уверенным в исправности радиодеталей и правильности выполненного монтажа.

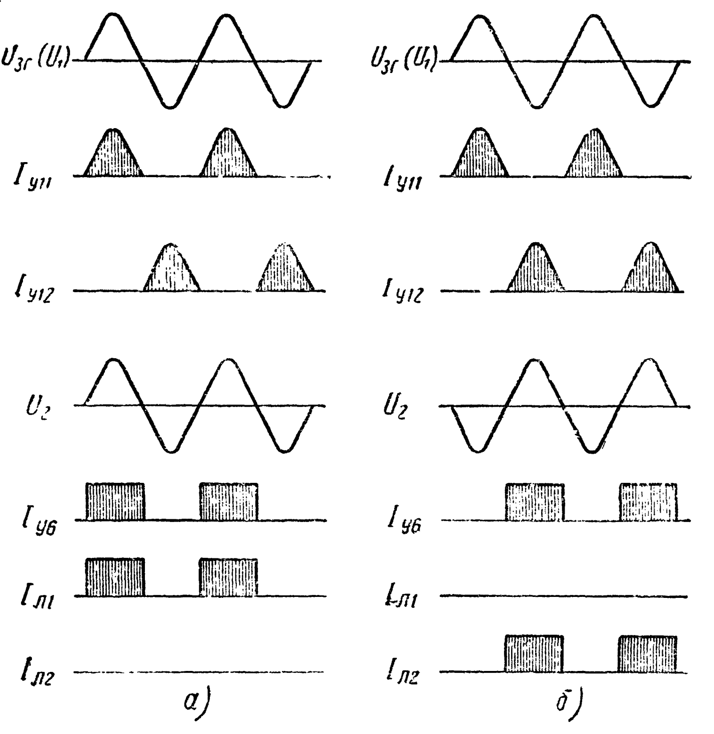


Рис. 4. Диаграмма работы фазочувствительного устройства: *а* — при нормальной полярности обмоток; *б* — при обратной полярности обмоток

Налаживание начинают с проверки работы задающего генератора. Для этого к эмиттеру транзистора T_8 подсоединяют электронный осциллограф, предварительно отсоединив эмиттер T_8 от входа усилителя.

При исправности генератора на его выходе имеется напряжение синусоидальной формы частотой приблизительно 3 *кгц* и величиной 0,5—0,4 *в*.

Далее к генератору подключают вход усилителя, а осциллограф подсоединяют ко вторичной обмотке *II* трансформатора $Тр_1$. При этом форма выходного напряжения должна быть также синусоидальной, а величина напряжения должна составлять приблизительно 1 *в*.

Для проверки работы усилителя (транзисторы T_1—T_5) и фазочувствительного усилителя (транзисторы T_6, T_{10}, T_{12}) необходимо сигнал со вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ подать на вход усилителя. В этом случае после нажатия кнопки $Вк_1$ должна загораться одна из индикаторных лампочек, а при перемене полярности входного сигнала — другая.

Все элементы прибора, кроме кнопок, переключателя, индикаторных лампочек и батареи питания, смонтированы на гетинаксовой плате размером 80×130 *мм*.

Панель помещена в нижнюю часть алюминиевого корпуса, внешний вид которого показан на рис. 1. На лицевой панели верхней крышки корпуса, его горизонтальной части расположены кнопки $Кн_1$, $Вк_1$ и переключатель $П_1$, а на наклонной части — индикаторные лампочки $Л_1$ и $Л_2$, помещенные в фонари, имеющие красный и зеленый фильтры.

Батарея питания находится в верхней части корпуса, которая соединяется с нижней при помощи четырех винтов.

Трансформатор $Тр_1$ собран на пермаллоевом сердечнике из пластин Ш9, площадь сечения 3,5 *см*². Можно использовать тороидальный сердечник с размерами 35×25×10 *мм*. Обмотка *I* намотана проводом ПЭВ—1—0,23 и имеет 150 витков, обмотка *II* содержит 300 витков провода ПЭВ—1—0,15 и обмотки *III* и *IV* имеют по 150 витков провода ПЭВ—1—0,23.

Прибор имеет две пары гибких проводников с зажимами типа «крокодил» на концах, служащих для подключения к обмоткам исследуемого аппарата. Каждая пара состоит из проводов зеленого и красного цвета и имеет бирку с номером *I* или *II*.

Для определения полярностей обмоток исследуемого электрического аппарата необходимо к одной его обмотке подключить одну пару маркированных гибких проводников, например, с биркой *I*, а к другой обмотке — другую пару маркированных гибких проводников, например, с биркой *II*; перебросить переключатель $П_1$

в положение «полярность»; после этого нажать кнопку $Вк_1$. Если в этом случае загорится зеленая лампочка, то клеммы, к которым подключены проводники зеленого или красного цвета, имеют одинаковую полярность. Если загорится красная лампочка, то — противоположную полярность. Если ни одна лампочка не загорится, то необходимо нажать дополнительно кнопку $Кн_1$, а полярность определять, как в первом случае.

Для определения наличия цепи обмотки электрического аппарата необходимо переключатель $П_1$ перебросить в положение «цепь», присоединить гибкие проводники с биркой *I* к клеммам этой обмотки и нажать кнопку $Вк_1$. При наличии цепи должны загораться обе индикаторные лампочки, при отсутствии — ни одна лампочка не должна гореть.

Прибор позволяет определять полярность обмоток электрических аппаратов, имеющих ферритовый, стальной или пермаллоевый сердечник. Мощность, на которую рассчитаны исследуемые изделия, лежит в пределах от 10^{-1} *вт* до 10^6 *вт*. Отношение чисел витков обмоток, к которым присоединяются гибкие выводные проводники, может быть в пределах от 1/100 до 100/1.

РЕЛЕ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ НА ТИРИСТОРАХ

А. Смирнов,
Э. Брант

Бесконтактное реле скорости вращения вала двигателя предназначено для автоматического поддержания заданного числа оборотов электродвигателя и может быть использовано в системах автоматического управления различными объектами.

На рис. 1 показана блок-схема этого устройства. Тахогенератор, вал которого жестко связан с валом двигателя, выдает на разделительные трансформаторы $Тр_1$, $Тр_2$ и $Тр_3$ сигналы в виде напряжения переменного тока, пропорционального оборотам двигателя. Снимаемое с трансформаторов напряжение выпрямляется мостами $В_1$, $В_2$ и $В_3$ и поступает на опорные элементы $ОЭ_1$, $ОЭ_2$ и

$ОЭ_3$ и усилители $У_1$, $У_2$ и $У_3$, на входе которых включены реле P_1, P_2 и P_3.

Принципиальная схема реле скорости показана на рис. 2. Для работы с реле скорости использован вибро- и ударостойкий таходатчик типа ДТ-33, у которого зависимости э. д. с. и частоты переменного тока от оборотов (0—1500 *об/мин*) в рабочем диапазоне выражаются формулами:

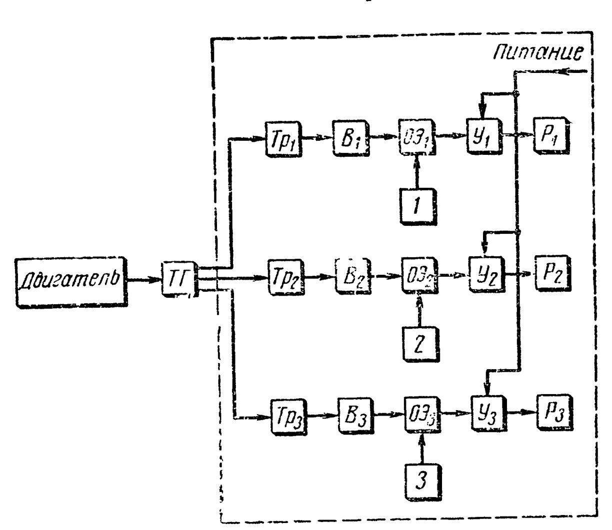


Рис. 1. Блок-схема реле

$$E = kn,\ f = \frac{pn}{60},$$

где k — постоянный коэффициент, n — обороты таходатчика;

p — число пар полюсов (для таходатчика ДТ-33 $p = 2$).

Снимаемое с таходатчика напряжение поступает на разделительные трансформаторы $Тр_1$, $Тр_2$ и $Тр_3$, выпрямляется мостиками и сглаживается конденсаторами C_1, C_3 и C_5.

В качестве опорных элементов в схеме использованы стабилитроны $Д_5$, $Д_{10}$ и $Д_{15}$, а элементами настройки

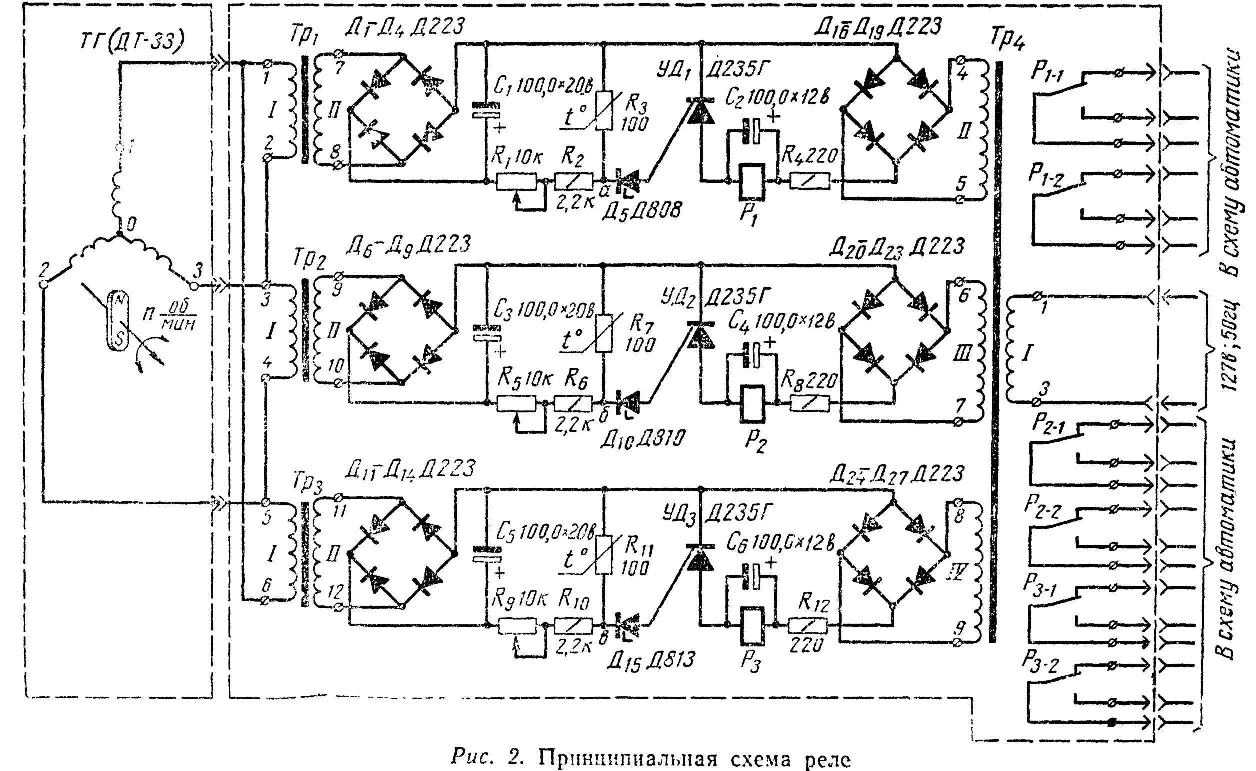


Рис. 2. Принципиальная схема реле

служат потенциометры R_1, R_5 и R_9. Усилители выполнены на тиристорах $УД_1$, $УД_2$ и $УД_3$ типа Д235Г. Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 *в* (частота 50 *гц*) через трансформатор $Тр_4$

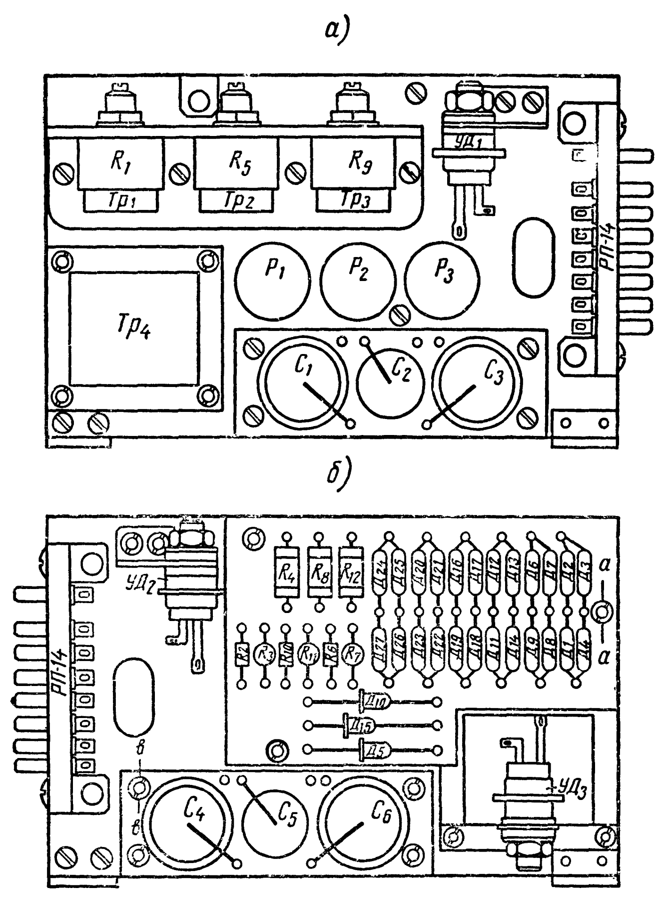


Рис. 3. Расположение деталей на плате

с последующим двухполупериодным выпрямлением напряжения. В силовые цепи тиристоров через ограничительные резисторы R_4, R_8 и R_{12} включены обмотки электромагнитных реле P_1, P_2 и P_3, зашунтированные конденсаторами C_2, C_4 и C_6. При возрастании числа оборо-

тов двигателя сверх заданного растет напряжение, развиваемое датчиком, а следовательно, выпрямленное напряжение на стабилитронах $Д_5$, $Д_{10}$ и $Д_{15}$. Рассмотрим взаимодействие элементов в первом канале прибора. Явления, происходящие в двух других каналах, аналогичны. Рост напряжения на стабилитроне вызывает его пробой и резкое увеличение тока в управляющей цепи тиристора. Тиристор открывается, и в его силовой цепи появляется ток, который вызывает срабатывание реле P_1. При снижении оборотов двигателя все происходит в обратном порядке. Для температурной стабилизации предусмотрены терморезисторы R_3, R_7 и R_{11} типа ММТ-8. Диапазоны регулировки скорости вращения следующие: первый канал — 300—700 *об/мин*; второй канал — 700—1100 *об/мин*; третий канал — 1100—1500 *об/мин*. В случае необходимости число каналов может быть доведено до шести.

Конструктивно реле-регулятор выполнен в виде небольшого блока. Расположение деталей на платах показано на рис. 3, *а* и *б*.

Данные трансформаторов $Тр_1$ — $Тр_4$ приведены в таблице.

Обмотка	$Тр_1 - Тр_3$			$Тр_4$		
	число витков	провод	сердечник	число витков	провод	сердечник
I	1500	ПЭВ-2 0,09	Ш7×7	2100	ПЭВ-2 0,2	Ш12×21
II	2000	ПЭВ-2 0,1		1000	ПЭВ-2 0,18	
III	—	—		1000	ПЭВ-2 0,18	
IV	—	—		1000	ПЭВ-2 0,18	

МОЩНЫЙ СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

А. Гудков,
Д. Елфимов

Стабилизатор напряжения, схема которого приведена на рис. 1, рассчитан на выходное напряжение 30 *в* при номинальном токе нагрузки 6 *а*. Выходные параметры стабилизатора изменяются не более, чем на

— 0,6% при изменении температуры окружающей среды в пределах +5° С — +50° С; не более чем на +0,3% при изменении входного напряжения на — 15% и +10% от номинального значения сетевого напряжения и не более чем на — 0,6% при уменьшении тока нагрузки на 50%.

К основным функциональным узлам стабилизатора относятся: выпрямитель, регулирующий элемент, усилитель обратной связи, измерительный элемент, дополнительный источник и схема защиты от коротких замыканий.

Выпрямитель питается от трехфазной сети переменного тока 220/380 *в* с частотой 50 *гц* и включает три однофазных трансформатора $Тр_1$ — $Тр_3$, трехфазную двухполупериодную схему выпрямления на диодах $Д_3$—$Д_8$ и емкостной фильтр C_1.

Измерительный элемент стабилизатора, осуществляющий функцию сравнения выходного напряжения с опорным напряжением и предназначенный для получения сигнала рассогласования, состоит из источника опорного напряжения на стабилитронах $Д_{14}$ — $Д_{16}$ с делителем напряжения на резисторе R_{22}, R_{23} и выходного делителя на резисторах R_{15} — R_{17}. Резистором R_{16} устанавливается номинальное выходное напряжение.

Усилитель обратной связи представляет собой двухкаскадный усилитель постоянного тока (УПТ), первый каскад которого собран на транзисторах T_{10}, T_{11}, второй — на транзисторе T_9. Первый каскад выполнен по дифференциальной схеме, что обеспечивает высокую стабильность выходного напряжения при измерении температуры окружающей среды.

Усиленный сигнал рассогласования воздействует на регулирующий элемент, увеличивая или уменьшая его сопротивление в зависимости от изменения входного напряжения стабилизатора.

Для уменьшения мощности, рассеиваемой проходными транзисторами, применяется специальная схема регулирующего элемента (рис. 2), которая включает регулирующий транзистор $T_{рег}$, буферный каскад (состоящий из транзистора T и резистора R), а также батарею E, величина э. д. с., которой определяет фиксированный потенциал на базе транзистора T. При небольших токах нагрузки падение напряжения на резисторе

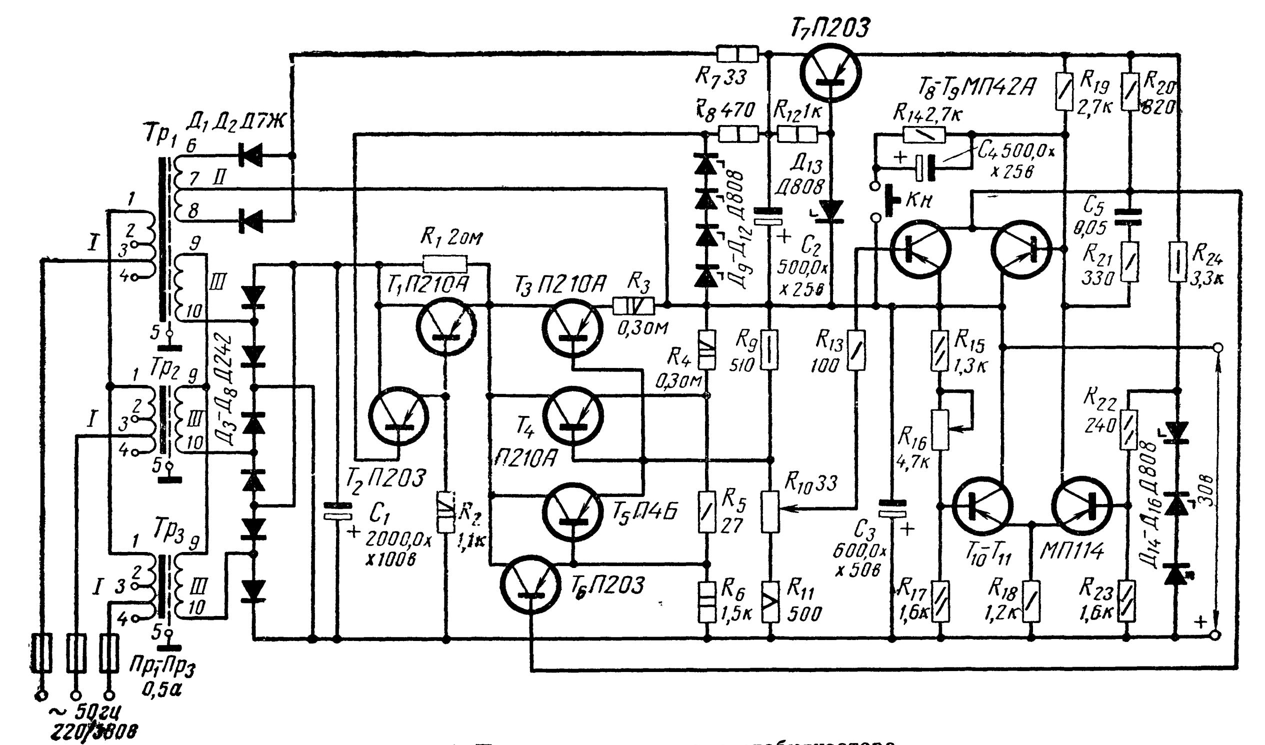


Рис. 1. **Принципиальная схема стабилизатора**

R невелико, при этом потенциал эмиттера транзистора T ниже, чем потенциал базы, поэтому транзистор T заперт. Если ток нагрузки увеличивается, потенциал эмиттера возрастает и при определенных значениях тока нагрузки и входного напряжения достигает такой величины, при которой транзистор T отпирается. При этом $U_{кэ}=E$, где $U_{кэ}$ — напряжение между коллектором и эмиттером регулирующего транзистора. Таким

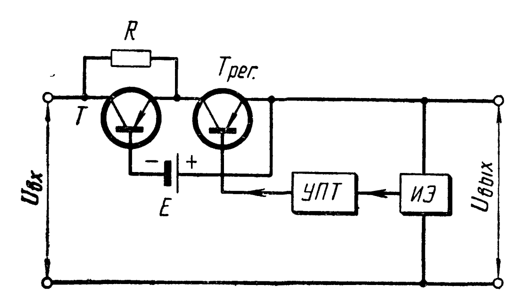


Рис. 2. Схема включения регулирующего элемента

образом, последний будет работать при постоянном напряжении на переходе коллектор — эмиттер. В такой схеме регулирующего элемента значительная часть мощности рассеивается резистором R, что позволяет при том же количестве мощных транзисторов получить более высокую нагрузочную способность стабилизатора по сравнению со схемой параллельного включения мощных транзисторов.

В описываемом стабилизаторе в качестве элемента $T_{рег}$ используется составной транзистор T_3 — T_6 (T_3, T_4 — мощные параллельно включенные транзисторы с выравнивающими резисторами R_3, R_4; T_5, T_6 — согласующие транзисторы), а в качестве элемента T — составной транзистор T_1, T_2. Элемент R представляет собой пять параллельно включенных резисторов типа ПЭВ — 15—10 *ом* 10% (R_1 на рис. 1). Вместо батареи E используется параметрический стабилизатор напряжения на стабилитронах $Д_9$ — $Д_{12}$ и резисторе R_8.

Элементы схемы рассчитаны так, чтобы во всем диапазоне изменений входного напряжения и тока нагрузки максимальная мощность, рассеиваемая транзисторами T_1 и T_3 (T_4), не превышала 18 и 13 *вт* соответственно.

Коллекторные цепи транзисторов T_8, T_9, T_{11} и цепь

опорного стабилитрона питаются напряжением основного и дополнительного источников стабилизированного напряжения, который состоит из дополнительного выпрямителя (диоды $Д_1$, $Д_2$) с резисторно-емкостным фильтром (R_7, C_2) и стабилизатора напряжения (T_7, $Д_{13}$, R_{12}).

Схема защиты от коротких замыканий состоит из транзистора T_8, делителя напряжения на резисторах R_9 — R_{11} и резисторов R_3, R_4. Резистор R_{13} ограничивает базовый ток транзистора T_8, который в нормальном состоянии заперт. При увеличении тока нагрузки падение напряжения на резисторе R_3 (R_4) «минусом» прикладывается к базе транзистора T_8. Это приводит к отпиранию последнего, а следовательно, к запиранию регулирующего элемента, так как вследствие увеличения падения напряжения на резисторе R_{20} потенциал на базе транзистора T_3 становится более положительным. Порог срабатывания схемы защиты устанавливается переменным резистором R_{10}.

При срабатывании схемы защиты ток нагрузки падает до нуля, а все напряжение основного выпрямителя прикладывается к регулирующим транзисторам T_3, T_4. Такое состояние является устойчивым. Возврат в рабочее состояние после срабатывания схемы защиты, а также включение стабилизатора производится кратковременным нажатием кнопки *Кн.*

Сердечники силовых трансформаторов набраны из пластин Ш25 (ст. Э42), толщина набора 40 *мм.* Сетевая обмотка (выводы *1—2—3—4*) содержит 920 витков с отводами от 830 и 874 витков провода ПЭВ-2 0,49; обмотка *II* (выводы *6—7—8*) — 114 витков с отводом от 57 витка провода ПЭВ-2 0,12; обмотка *III* (выводы *9—10*) — 75 витков провода ПЭВ-2 1,35.

В описываемом стабилизаторе мощные транзисторы типа П201А могут быть заменены транзисторами типа ГТ701А.

▼▼▼

СПРАВОЧНЫЙ ЛИСТОК

ГДЕ ПОЛУЧИТЬ РАДИОТЕХНИЧЕСКУЮ КОНСУЛЬТАЦИЮ?

Устную консультацию по вопросам радиолюбительской практики можно получить в местных городских, областных и республиканских радиоклубах ДОСААФ, на радиоузлах Министерства связи, в самодеятельных радиоклубах, на областных, краевых и республиканских станциях юных техников, а также во дворцах и домах пионеров, в которых ведется работа с радиолюбителями.

Письменные ответы на вопросы радиолюбителей за установленную плату дает радиотехническая консультация Центрального радиоклуба СССР (Москва, Д-362, Волоколамское шоссе, дом 88.).

Консультация высылает радиолюбителям по их требованию готовые советы и рекомендации по отдельным наиболее общим и часто встречающимся вопросам. Такой вид консультации относится к разделу «А».

Содержание консультации по разделу «А»

1. Как и откуда выписать книги по радиотехнике?
2. Где учиться (адреса радиотехнических учебных заведений)?
3. Как и откуда выписать радиодетали общего применения?
4. Расписание частот любительских диапазонов (к консультации бесплатно прилагаются правила оформления любительской радиостанции и получения наблюдательского позывного).
5. Международный радиолюбительский код.
6. Условные обозначения на радиосхемах.
7. Телеграфная азбука и звуковой генератор для ее изучения.
8. Схема коротковолнового конвертера на транзисторах.
9. Схема простого транзисторного приемника.
10. Выпрямитель для питания батарейных приемников от сети.
11. Цоколевка и параметры общераспространенных транзисторов.
12. Рекомендации при покупке приемника.
13. Рекомендации при покупке магнитофона.
14. Рекомендации при покупке телевизора.

Стоимость одной консультационной листовки по разделу «А» — 40 коп.

Для заказа консультации из раздела «А» необходимо перевести почтовым переводом деньги на расчетный счет ЦРК СССР № 70052 в Тушинском отделении Госбанка Москвы и на обратной стороне перевода четко и разборчиво указать порядковые номера заказываемых консультаций и свой почтовый адрес. Например: «Прошу выслать консультации по разделу «А» № 5, 7, 9 по адресу: г. Тамбов, Советская, 25, кв. 8, Иванову С. П. Перевожу 1 руб. 20 коп.».

Консультации по разделу «Б»

Наряду с общими консультациями по разделу «А» даются индивидуальные консультации по разделу «Б». Правила получения этих консультаций излагаются ниже.

Стоимость консультации по разделу «Б» от 60 коп. до 1 руб. 10 коп. за ответ на один вопрос.

Примерный перечень вопросов и стоимость ответов на них следующие.

60 коп. за ответ на один из вопросов:

— Указание литературы, в которой можно найти нужную схему или описание фабричного (любительского) приемника, усилителя, телевизора, магнитофона, измерительного прибора, любительских КВ и УКВ радиостанций и т. д., с указанием страниц и порядка заказа копий с этих материалов.

— Рекомендация литературы по отдельным радиотехническим вопросам (телевидению, транзисторной технике, звукозаписи и др.).

— Сообщение электрических параметров отдельных радиодеталей (трансформатора, конденсатора, резистора, полупроводникового прибора, кинескопа и т. д.).

— Высылка цоколевки советской или иностранной радиолампы (по справочнику) с указанием нормального режима работы.

— Сообщение краткой характеристики радиолюбительской конструкции — экспоната Всесоюзной радиовыставки и условия получения копии его описания.

85 коп. за ответ на один из вопросов:

— Разъяснение работы одного из узлов радиоприбора (физические процессы в элементах узла).

— Рекомендации по замене какой-либо одной детали в радиоприборе, в том числе радиолампы и полупроводникового прибора на деталь другого типа (имеющую другие параметры).

— Рекомендации по выбору схемы любительского радиоприемника, телевизора, магнитофона, измерительного прибора, усилителя НЧ, электропроигрывателя и др. с технической оценкой качества ее работы и сообщением условия получения копии страниц литературы, где она опубликована.

— Сообщение основных параметров фабричной радиоаппаратуры-приемника, телевизора, магнитофона, измерительного прибора, электропроигрывателя и др. с заключением консультанта о достоинствах и недостатках этого прибора.

1 руб. 10 коп. за ответ на один из вопросов:

— Советы по устранению возникшей неисправности в радиоприборе (телевизоре, магнитофоне, радиоприемнике и т. д.).

— Рекомендации по простейшей переделке и усовершенствованию схемы радиоприбора (без производства технического расчета).

— Рекомендация наиболее эффективной телевизионной антенны для приема телепередач в существующих конкретных условиях с высылкой упрощенного чертежа и размеров антенны (для получения консультации радиолюбитель сообщает тип имеющегося телевизора, характер местности и расстояние до телецентра, а также номер телевизионного канала, на котором работает телецентр).

— Рекомендации по повышению чувствительности телевизора.

— Высылка схемы соединения симметрирования и согласования элементов многорядных и многоэтажных антенн для приема телевидения (для одной антенны).

— Рекомендация наиболее подходящей схемы и конструкции антенного усилителя для приема телепередач за зоной уверенного приема телевидения.

— Высылка схемы переделки телевизора с 5-канального блока ПТП на 12-канальный блок ПТК.

— Рекомендации по замене кинескопа с 70° отклонением луча на кинескоп с 110° отклонением луча в телевизорах старых систем.

— Советы по настройке и налаживанию отдельных узлов любительской радиоаппаратуры с помощью контрольно-измерительных приборов и без приборов (наличие тестера обязательно).

— Правила пользования измерительным прибором (автометром, сигнал-генератором, осциллографом) при налаживании радиолюбительской конструкции.

Все другие вопросы, не указанные в разделе «Б», в зависимости от сложности и трудоемкости работы по подготовке ответов на них, приравниваются к одному или нескольким поименованным выше вопросам, и на этом основании производятся расчеты с заказчиками за получаемую консультацию.

Для заказа консультации по разделу «Б» надо предварительно ознакомиться с настоящими расценками работы и в соответствии с ними перевести почтовым переводом стоимость консультации на расчетный счет ЦРК № 70052 в Тушинском отделении Госбанка Москвы и на обратной стороне перевода написать: «Деньги переводятся за консультацию по разделу «Б». Письмо с вопросами выслано (число, месяц, год отправления письма)» и свой обратный адрес.

После перевода денег сейчас же высылается письмо в консультацию с вопросами по адресу: Москва, Д-362, Волоколамское шоссе, дом 88, радиотехнической консультации ЦРК СССР. К письму обязательно прикладывается квитанция об оплате консультации, которая является основанием для начала работы с письмом до поступления денежного перевода.

Срок исполнения писем по консультации от 20 дней до одного месяца (со дня поступления в консультацию), в зависимости от характера и сложности заданных вопросов, а также наличия технических материалов для подготовки ответов. В случае задержки консультации сверх установленного срока заявитель ставится об этом в известность письмом.

Радиотехнические расчеты

Консультация производит некоторые радиотехнические расчеты, предназначенные для радиолюбительской практики (силовых и выходных трансформаторов, выпрямителей, контурных катушек индук-

тивности, добавочных шунтов и сопротивлений к измерительным приборам и др.).

Перечень выполняемых расчетов, порядок их заказа и стоимость работы высылаются по требованию радиолюбителей.

Выполнение копий

Консультация принимает заказы на изготовление копий схем, текста и рисунков со страниц журнала «Радио» и книг массовой радиобиблиотеки издательств «Энергия» (быв. Госэнергоиздат), ДОСААФ, «Связь» и некоторых других источников, при наличии их в технической библиотеке ЦРК.

Стоимость копии с одной страницы журнала (книги, брошюры) с пересылкой — 1 рубль.

Для заказа копий надо перевести почтовым переводом стоимость работы на расчетный счет ЦРК № 70052 в Тушинском отделении Госбанка Москвы и на обратной стороне перевода написать: «Деньги переводятся за изготовление копий. Письмо с заказом выслано (число, месяц, год)». В письме с заказом на изготовление копий надо указать точное название книги, брошюры (журнала), год издания и номера страниц, с которых надо изготовить копии. Без этих сведений работа не выполняется и присланные деньги, за удержанием почтовых расходов, возвращаются обратно. К письму обязательно прикладывается квитанция о переводе денег, являющаяся основанием для первоначального приема заказа. Выполнение заказа начинается с момента поступления денежного перевода.

Срок изготовления копий при условии правильного оформления заказа — 2 недели со дня поступления денежного перевода в консультацию.

Если же заказчик сам не может указать литературу, из которой необходимо сделать копии, то он должен сначала запросить эти данные в консультации (см. раздел «Б»).

Высылка схем и листовок

Консультация высылает заказчикам также комплекты схем-листовок с описаниями различных радиолюбительских конструкций.

Высылаются три комплекта по 10 листовок в каждом. Стоимость одного комплекта с пересылкой 25 коп.

В консультации имеется комплект, состоящий из пяти принципиальных схем телевизоров УНТ-35, УНТ-47/59, Темп 6/7, Рубин-102 и Рекорд-12. Стоимость его — 50 коп.

Для заказа схем-листовок или схем телевизоров следует перевести почтовым переводом деньги на расчетный счет ЦРК № 70052 в Тушинском отделении Госбанка Москвы, а на обратной стороне перевода четко и разборчиво написать: «За комплект схем-листовок №   или «За комплект схем телевизоров» и свой обратный адрес.

Писем и квитанций в этом случае высылать в консультацию не следует.

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 33

Редактор *Л. А. Енина*
Художественный редактор *Г. Л. Ушаков*
Технический редактор *Р. Б. Хазен*
Корректор *Р. М. Рыкунина*

Г-64519 Сдано в набор 29/VIII-68 г.
Подписано к печати 11/II-69 г. Изд. № 2/5048
Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 3 Тираж 300000 экз.
Цена 15 коп. Объем 2,5 физ. п. л.-4,2 усл. п. л. Уч. изд. л. 3,755
Издательство ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново-Рязанская ул., д. 2
Тип. им. Володарского Лениздата.
Ленинград, Фонтанка, 57. Зак. 1433.

15 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ